
NYPL RESEARCH LIBRARIES
3 3433 06274160 2

ANNALES

DE

CHIMIE ET DE PHYSIQUE.

TOME XII.

ANNALES

DE

CHIMIE ET DE PHYSIQUE,

Par MM. GAY-LUSSAC et ARAGO.

TOME DOUZIÈME.



A PARIS,

Chez CROCHARD, Libraire, rue du Cloître Saint-Benoît, n° 16, près celle des Mathurins.

1819.

DE L'IMPRIMERIE DE FEUGUERAY,
rue du Cloître Saint-Benoît, n° 4.

ANNALES

DE

CHIMIE ET DE PHYSIQUE.

CONSIDÉRATIONS

Sur la Théorie des phénomènes capillaires.

Par M. DE LAPLACE.

(Lu à l'Académie des Sciences le 13 septembre 1819.)

J'AI donné, dans deux Supplémens au dixième Livre de la *Mécanique céleste*, une théorie de ces phénomènes fondée sur l'hypothèse d'attractions entre les molécules des corps, qui cessent d'être sensibles à des distances sensibles. Déjà Newton, dans la question très-étendue qui termine son optique, avait attribué à ce genre d'attractions, les phénomènes capillaires et tous les phénomènes chimiques. Il avait ainsi posé les vrais fondemens de la chimie; mais ses idées justes et profondes ne furent pas alors mieux comprises que sa théorie du système du monde : elles ont même été adoptées plus tard que cette

théorie. A la vérité, ce grand géomètre n'ayant pas soumis au calcul, comme il l'avait fait pour les lois de Kepler, la loi principale des phénomènes capillaires, savoir, l'élévation ou la dépression des liquides dans un tube capillaire et cylindrique, en raison inverse de son diamètre, on pouvait élever des doutes sur la cause à laquelle il attribuait ce phénomène général; car il ne suffit pas, pour expliquer les effets de la nature, de les faire dépendre vaguement d'un principe : il faut prouver par le calcul que ces effets en sont une suite nécessaire. Personne ne sentait mieux que Newton la nécessité de cette règle; mais il a sans doute été arrêté par les difficultés du problème, comme à l'égard de plusieurs points du système du monde, qu'il s'était contenté d'attribuer sans preuve à l'attraction universelle, et que l'analyse perfectionnée a fait dériver de ce principe. Clairant est le premier qui ait entrepris d'appliquer l'analyse aux phénomènes capillaires, dans son bel ouvrage *sur la Figure de la terre.* Il suppose que les molécules du verre et de l'eau s'attirent réciproquement suivant une loi quelconque; et après avoir analysé toutes les forces qui en résultent pour soulever l'eau dans un tube de verre capillaire et cylindrique, il se contente d'observer, sans le prouver, « qu'il y a une telle loi à donner à l'attraction, qu'il en résulte que l'élévation de l'eau dans le tube sera en raison renversée du diamètre, ainsi que l'expérience le donne »; mais la difficulté du problème consiste à faire voir l'existence de cette loi, et à la déterminer. C'est l'objet que j'ai rempli dans ma théorie de l'action capillaire. D'après cette théorie, l'élévation et la dépression des liquides dans les tubes capillaires, en

raison inverse du diamètre de ces tubes, exigent que l'attraction moléculaire soit insensible à des distances sensibles : toute loi de ce genre satisfait à ce phénomène. L'analyse qui m'a conduit à ce résultat m'a donné pareillement l'explication des phénomènes nombreux et variés que présentent les liquides dans les espaces capillaires. J'ai multiplié le plus qu'il m'a été possible ces phénomènes, et j'ai trouvé constamment les résultats du calcul, d'accord avec l'expérience. Aussi ai-je eu la satisfaction de voir ma théorie adoptée par tous les géomètres qui l'ont approfondie. Mes savans confrères Haüy et Biot l'ont exposée avec autant de clarté que d'élégance dans leurs *Traités de Physique*, et un jeune physicien bien connu de l'Académie, M. Petit, en a fait le sujet d'une dissertation intéressante. Il faut donc exclure toutes les lois d'attraction sensibles à des distances sensibles et différentes de la gravitation universelle. Hauskbée avait déjà reconnu par l'expérience que l'épaisseur plus ou moins grande des parois d'un tube capillaire n'a aucune influence sur l'élévation du liquide, et il en avait conclu que l'attraction du tube est insensible à une distance sensible ; mais l'élévation du liquide en raison inverse du diamètre du tube le prouve d'une manière beaucoup plus précise.

Une remarque importante est que la même attraction moléculaire agit d'une manière très-différente dans les phénomènes chimiques et dans les phénomènes capillaires. Dans les premiers, elle exerce toute son énergie : elle est très-faible dans les seconds, et dépend de la courbure des espaces capillaires qui renferment les liquides. L'effet chimique de l'attraction est exprimé par

l'intégrale de la différentielle de la distance, multipliée par une fonction qui dépend de cette attraction, et qui diminue avec une extrême rapidité quand la distance augmente. L'intégrale du produit de la même différentielle, par la distance divisée par le rayon de courbure de l'espace, exprime l'effet capillaire. Il est facile d'en conclure que cet effet est d'un ordre très-inférieur à celui de l'effet chimique, quand la distance à laquelle l'attraction devient insensible est très-petite relativement au rayon de courbure.

Dans la nature, les molécules des corps sont animées de deux forces contraires, leur attraction mutuelle et la force répulsive de la chaleur. Quand les liquides sont placés dans le vide, ces deux forces se font à très-peu près équilibre. Si elles suivaient la même loi de variation relativement à la distance, l'intégrale qui exprime l'effet capillaire serait insensible; mais si les lois de leur variation sont différentes, et si, comme cela est nécessaire pour la stabilité de l'équilibre, la force répulsive de la chaleur décroît plus rapidement que la force attractive, alors l'expression intégrale des effets capillaires est sensible dans le cas même où l'expression intégrale des effets chimiques devient nulle, et les phénomènes capillaires ont lieu dans le vide comme dans l'air, conformément à l'expérience. La théorie que j'ai donnée de ces phénomènes embrasse l'action des deux forces dont je viens de parler, en prenant pour l'expression intégrale de l'effet capillaire, la différence des deux intégrales relatives à l'attraction moléculaire et à la force répulsive de la chaleur; ce qui répond à l'objection du savant physicien M. Young, qui reproche à cette

théorie de ne point considérer cette dernière force.

Comment ces forces attractives et répulsives, dont l'action est si différente dans les phénomènes chimiques et dans les phénomènes capillaires, agissent-elles dans le mouvement des liquides? C'est une question que les vrais géomètres jugeront très-difficile. Une longue suite d'expériences précises et variées, l'emploi de toutes les ressources de l'analyse, et probablement encore la création de nouvelles méthodes, seront nécessaires pour cet objet. Après avoir reconnu l'influence de la courbure des surfaces dans les espaces capillaires, j'essayai d'appliquer mon analyse au mouvement d'oscillation des liquides dans les tubes recourbés très-étroits. On conçoit en effet que, dans ce mouvement, la courbure de la surface du liquide change sans cesse; ce qui produit une force variable qui tend à élever ou à déprimer le liquide, suivant que la surface est concave ou convexe. Cette force a sur le mouvement du liquide une influence sensible lorsque le tube est fort étroit, et quand les oscillations ont peu d'étendue : quelques expériences me paraissaient l'indiquer; mais le frottement du liquide contre les parois du tube, et la viscosité des molécules liquides ou la difficulté plus ou moins grande qu'elles éprouvent à glisser les unes sur les autres, deux causes qu'il est presque impossible de soumettre au calcul et de combiner avec le changement de la surface, me firent abandonner cette recherche. L'effet de ces causes est remarquable, même dans les phénomènes capillaires, et l'on doit user de précautions pour s'en garantir. On l'éprouve journellement dans les observations du baromètre, qu'il faut légèrement agiter pour avoir la hauteur du mercure,

ANNALES

DE

CHIMIE ET DE PHYSIQUE.

TOME XII.

Annales

contact ou en présence les uns des autres. Mais les explications qu'il en a données, quoique ingénieuses, étaient imparfaites, et ne pouvaient acquérir l'exactitude desirable qu'au moyen d'une analyse plus profonde que celle dont il a fait usage. Cet objet a été complètement rempli par M. Poisson dans deux beaux Mémoires insérés parmi ceux de l'Institut. L'accord de ses calculs avec les expériences de Coulomb est une vérification importante de la loi des forces électriques. Ces applications de la haute analyse ont le double avantage de perfectionner ce puissant instrument de l'esprit humain, et de nous faire pénétrer profondément dans la nature, dont les phénomènes sont les résultats mathématiques d'un petit nombre de lois générales.

Analyse *de quelques Minéraux.*

Par J. Berzelius.

M. Berthollet ayant bien voulu m'offrir l'occasion d'examiner, dans son laboratoire, quelques substances minérales dont j'avais long-temps souhaité de connaître la composition, j'ai profité de sa bienveillance, et je vais communiquer à l'Académie les résultats que je viens d'obtenir.

1. *Wawellite.*

Cette pierre a été examinée par M. Humphry Davy, qui y trouva 70 p. c. d'alumine et 30 p. c. d'eau contenant des traces d'un acide qui n'avait point des rapports

bien marqués avec les autres acides connus. Quelque temps après on dit que des traces d'acide fluorique s'y trouvaient quelquefois mélangées accidentellement. Dans les essais que je fis pour déterminer les proportions chimiques des substances minérales, je fus frappé du défaut de rapport entre l'alumine et l'eau; je crus devoir en conclure que l'alumine, dans cette pierre, contenait un acide qui se précipitait avec la terre dans l'expérience analytique, et je conjecturai que c'était probablement l'acide fluorique.

Pendant mon séjour en Angleterre, l'année passée, M. le Dr Leach eut la complaisance de me donner une assez grande quantité de wawellite pour que je pusse en entreprendre l'analyse : ce sont ces résultats que je vais maintenant exposer.

1°. Je mêlai 2 grammes de wawellite en poudre fine avec de l'acide sulfurique concentré dans une petite capsule de platine couverte d'un verre vernissé, sur lequel j'avais fait des traits pour être gravés par l'acide fluorique. Après quelques momens de digestion, il se dégagea de l'acide fluorique, reconnaissable tant par son odeur que par la gravure qu'il opéra sur le verre. Après une digestion de deux heures, la masse fut dissoute dans l'eau; il n'y eut presque pas de résidu. Le liquide fut précipité par du carbonate d'ammoniaque. En lavant le précipité avec de l'eau chaude, je remarquai qu'à une certaine époque il commença à se dissoudre; mais la dissolution se troubla lorsqu'elle tomba dans la partie déjà filtrée. Lorsque cette dissolution parut cesser, je séchai la terre. Après avoir été chauffée au rouge, elle pesait 1^g.3925, ou presque exactement 70 p. c. Les li-

de plomb est moins soluble; mais outre qu'il se dissout en effet par un certain excès d'acide, il se précipite en partie en forme de phosphate avec excès d'acide, dont on ne peut jamais calculer avec certitude la quantité d'acide phosphorique.

En réfléchissant sur les moyens de rendre l'alumine insoluble moyennant la double décomposition, en retenant l'acide phosphorique dans la dissolution, il se trouvait que, parmi les substances acides dont les rapports avec l'alumine sont connus jusqu'ici, il n'y en avait aucune qui pût être employée avec avantage, excepté la silice. Cette terre, à laquelle nous attribuons à juste titre les caractères d'un acide, est douée de la propriété de se combiner en même temps avec l'alumine et les alcalis fixes, en formant des silicates doubles, insolubles tant dans l'eau que dans les carbonates alcalins. Il était donc à présumer que si je traitais la wawellite au feu par de la silice et du carbonate de soude, le silicate double avec l'alumine se formerait, et l'acide phosphorique se laisserait extraire en combinaison avec la soude : c'est aussi ce qui est arrivé.

J'ai mêlé 2 gr. de wawellite en poudre avec 1.5 gr. de silice tirée d'un cristal de roche porphyrisé, et avec 6 gr. de carbonate de soude. La masse a été exposée au feu rouge pendant une demi-heure. La masse, filtrée, a été digérée avec de l'eau aussi long-temps qu'il y a eu dissolution. Le liquide contenait alors du phosphate, du carbonate et une petite quantité de sous-silicate de soude. En y ajoutant du carbonate d'ammoniaque et en faisant digérer le liquide, la silice s'est précipitée; on l'a ajoutée à la partie non dissoute par l'eau. Le liquide

alcalin a été évaporé à moitié, pour en séparer l'excès d'ammoniaque. Il a ensuite été neutralisé par de l'acide muriatique, et on l'a laissé dans une capsule ouverte pour faire dégager l'acide carbonique. Sur-saturé d'ammoniaque caustique, il a laissé précipiter encore un peu de silice que l'on a séparée. Le liquide ammoniacal versé dans un flacon a été ensuite précipité par du muriate de chaux aussi long-temps qu'il se formait un précipité de sous-phosphate de chaux. On a lavé le précipité par décantation, en y ajoutant de l'eau bouillante; ce que l'on a répété plusieurs fois. On l'a ensuite rassemblé sur un filtre où il a été lavé à grande eau. Le précipité, séché au feu, pesait 1.5625 gr. Il était un mélange de sous-phosphate et de fluate de chaux. Je l'ai dissous dans l'acide muriatique, et ensuite j'y ai ajouté de l'acide sulfurique, et j'ai fait évaporer pour chasser l'acide fluorique. Lorsque le morceau de verre dont je couvris la capsule, et que j'échangeai de temps en temps, ne fut plus dépoli après une demi-heure de digestion à une température qui commençait à dégager l'acide sulfurique excédant, je laissai refroidir la masse, et j'y ajoutai ensuite de l'alcool; le gypse resta non dissous, et après avoir été bien lavé par de l'alcool et séché au feu, il pesait 2.055 gr. Examiné au chalumeau avec du fluate de chaux, il forma un globule de fluo-sulfate de chaux parfaitement limpide, qui par le refroidissement devint blanc d'émail. Il ne contenait donc point de phosphate de chaux; car, dans ce dernier cas, le globule fondu ne devient pas pellucide. 2.055 gr. de sulfate de chaux sont équivalens à 0.8534 gr. de chaux. En défalquant cette quantité de chaux du poids du phosphate et

du fluate de chaux, il reste 0.7091 gr. pour les deux acides. Quoique cette donnée eût suffi pour évaluer par le calcul leur quantité relative, je crus cependant devoir la vérifier par l'expérience.

J'ai donc mêlé les liquides spiritueux avec de l'eau, j'ai laissé évaporer l'alcool, et j'ai ensuite précipité l'acide sulfurique par du muriate de baryte, en y ajoutant la quantité d'acide muriatique nécesaire pour dissoudre le phosphate de baryte. Le liquide filtré a ensuite été précipité par de l'ammoniaque caustique ajoutée en grand excès pour convertir le phosphate de baryte en sous-phospate intermédiaire. J'en ai obtenu 2.458 gr. équivalens à 0.668 gr. d'acide phosphorique. En les défalquant des 0.7091 gr. du mélange des deux acides, il reste 0.0411 gr. pour l'acide fluorique.

Le silicate double d'alumine et de soude a été décomposé, et l'alumine séparée de la silice par la dissolution dans l'acide muriatique, et par l'évaporation à siccité. La masse, séchée, a été humectée avec de l'acide muriatique concentré, et après quelques heures, elle a été traitée par de l'eau. L'alumine a été précipitée par de l'ammoniaque caustique ajoutée en excès à peine sensible; elle pesait 0.732 gr. : redissoute par de l'acide muriatique, la potasse caustique en sépara 0.025 gr. d'un mélange d'oxide de fer et de manganèse. Le poids de l'alumine pure n'était donc que 0.707 gr.

Le liquide précipité par l'ammoniaque caustique, mêlé avec de l'acide oxalique, laissa déposer de l'oxalate de chaux qui donna 0.01 gr. de chaux pure.

Pour déterminer la quantité d'eau qui se trouve dans la wawellite, j'en ai exposé deux grammes séchés en

poudre à la température de +30° au feu rouge, dans un petit appareil à distiller assez léger pour être pesé en entier, et construit de manière que les gaz qui pouvaient se dégager passèrent à travers un petit tube rempli de muriate de chaux. L'appareil n'avait rien perdu de son poids ; mais la cornue avait perdu, et le récipient avait gagné 0.53 gr. d'une eau qui ne contenait presque pas de traces d'acide. Dans le col de la petite cornue, il s'était condensé 0.006 gr. d'un liquide très-acide, épaissi par de la silice dissoute du verre. La voûte de la cornue était corrodée et opaque.

Le reste de la pierre, chauffé dans un creuset de platine, perdit encore 0.03 gr. Le couvercle et les parois du creuset étaient recouverts d'un sublimé analogue à celui qui se forme lorsqu'on chauffe de l'alumine qui contient de l'acide fluorique.

L'analyse avait donc donné :

Alumine.	35.35 ;
Acide phosphorique.	33.40 ;
—— fluorique	2.06 ;
Chaux	0.50 ;
Oxides de fer et de manganèse.	1.25 ;
Eau	26.80.
	99.36.

Le phosphate d'alumine neutre est composé de 32.43 p. d'alumine et de 67.57 p. c. d'acide phosphorique. On découvre donc, au premier coup-d'œil, que, dans la wawellite, l'alumine est combinée avec la moitié de cette quantité. Le calcul en est très-simple. 33.4 p. d'acide

périence, l'eau était imprégnée d'acide sulfureux, dont je ne pus point déterminer la quantité. Dans la seconde, j'avais mis un morceau de potasse caustique dans le récipient pour retenir l'acide sulfureux, que j'ai converti en acide sulfurique moyennant l'acide nitromuriatique. J'ai ensuite précipité par le muriate de baryte, et j'ai obtenu, de 100 p. de plomb gomme, 1.3 p. de sulfate de baryte, équivalent à 0.2 p. d'acide sulfureux.

J'ai fait digérer la masse ainsi privée d'eau avec de l'acide muriatique concentré dans un flacon bouché. Dans la première expérience, l'acide ne dégagea point d'odeur hépatique; mais dans la seconde, cette odeur était sensible, sans cependant que le muriate de plomb changeât par là visiblement de couleur. Je considère la présence du gaz hydrogène sulfuré comme provenant de la décomposition d'une petite quantité de sulfite par la chaleur.

Lorsque je crus que la pierre était décomposée, j'étendis la masse d'alcool, et je laissai ensuite déposer le sel de plomb insoluble. L'alcool étant décanté, je versai le précipité sur un filtre où il fut lavé avec de l'alcool. Séché à une chaleur qui surpassa celle de l'eau bouillante, il pesait 50.6; il était soluble dans l'eau chaude, et il ne laissait pour résidu que 0.6 p. Ce résidu était de la silice qui contenait cependant encore des traces de plomb. La dissolution précipitée par du sulfate de soude ne laissa plus rien précipiter par de l'alcali. C'était donc du muriate de plomb pur. Or, 50,6 p. de muriate de plomb contiennent 40.14 p. d'oxide de plomb. La dissolution spiritueuse fut étendue d'eau, et l'alcool évaporé. Je la pré-

cipitai par du carbonate d'ammoniaque, et le précipité bien lavé, séché et chauffé au rouge, pesait 38.8 p. Repris par de l'acide muriatique, je le mêlai avec de la potasse caustique, qui en sépara 1.8 p. d'un mélange d'oxides de fer et de manganèse, et un peu de carbonate de chaux. La partie dissoute par de l'alcali présentait toutes les propriétés de l'alumine, dont le poids a été 38.8 — 1.8 = 37.0.

Le liquide d'où l'alumine avait été précipitée, ayant été évaporé à siccité, et les sels ammoniacaux ayant été volatilisés par le feu, il ne resta rien.

Voici le résumé du résultat :

Oxide de plomb	40.14 ;
Alumine.	37.00 ;
Eau	18.80 ;
Acide sulfureux	0.20 ;
Chaux, oxides de fer et de manganèse.	1.80 ;
Silice.	0.60.
	98.54.

Ce minéral présente le premier exemple d'un sulfite dans un terrain non volcanique. Il paraît qu'à la formation de cette combinaison, un dégagement de gaz acide sulfureux a eu lieu, et que le gaz a été absorbé par les deux bases, à différentes époques, dans des quantités variables, parce que si l'on trempe le plomb gomme dans de l'acide nitrique chaud, on voit sur sa cassure transversale qu'il est formé de couches concentriques, dont la couleur tire sur le blanc de lait, avec une intensité inégale, d'après la quantité variable de sulfate de

plomb qui se forme. En tout cas, la quantité d'acide sulfureux est fort peu considérable, quoique je considère comme probable qu'elle peut parfois surpasser beaucoup celle que j'ai trouvée dans l'analyse.

La combinaison chimique de deux bases salifiables, telles que l'alumine et l'oxide de plomb entre elles, est un phénomène assez singulier. La chimie minéralogique nous a cependant déjà appris à en connaître d'autres d'une nature analogue, savoir : celle de l'alumine et de la magnésie dans le spinel, ainsi que celle de l'alumine et de l'oxide de zinc dans le gahnite; et dans ces combinaisons, c'est l'alumine qui est le principe électro-négatif. Son oxigène y est six fois celui du principe électro-positif. En comparant la composition du plomb gomme avec celle de ces minéraux, nous trouvons que l'oxigène de l'oxide de plomb est 2.878, et celui de l'alumine 17.181; mais $2.878 \times 6 = 17.268$, c'est-à-dire qu'il y a le même rapport entre l'alumine et l'oxide de plomb que dans les minéraux sus-mentionnés. Cette combinaison contient en outre de l'eau, dont l'oxigène 16.71 n'est pas entièrement égal en quantité à celui de l'alumine; ce qui sans doute doit être attribué à la présence de l'acide sulfureux, qui a séparé l'eau de la partie qu'il occupe des deux oxides.

Le plomb gomme est donc un aluminate de plomb avec eau de combinaison, et sa composition n'est point analogue à celle de la wawellite. Il doit trouver sa place, dans le système chimique de minéralogie, dans la famille du plomb; et son nom systématique sera, dans l'esprit de la nomenclature de M. Haüy, *plomb aluminiaté*.

3. *Craitonite.*

Cette pierre, qui a été décrite pour la première fois par M. de Bournon, vient d'être l'objet d'un examen particulier de M. Cordier, qui a décrit ses propriétés extérieures dans un des derniers numéros des *Annales des Mines*. On l'avait considérée comme contenant de la zircone. M. Gillet de Laumont a eu la bonté de m'en communiquer des échantillons pour vérifier cette opinion. En fondant la craitonite avec le sel microscomique à la flamme intérieure du chalumeau, jusqu'à ce que la masse fût convertie en un globule transparent, j'observai que le globule, après avoir, pendant son refroidissement, presqu'entièrement perdu la couleur verdâtre, en prit une autre rouge de sang tirant au jaune, qui ne parvint à son *maximum* que lorsque le globule fut entièrement refroidi. C'est là un caractère des minéraux qui contiennent du fer combiné avec de l'acide tungstique ou avec de l'oxide de titane. En y ajoutant une parcelle d'étain métallique et en refondant dans la flamme intérieure, le globule prit la couleur pourpre qui caractérise l'oxidule de titane.

La craitonite que j'avais à ma disposition était lamellaire, et tellement enfoncée dans sa gangue siliceuse que je ne pus point l'en séparer. Je la réduisis en poudre, et moyennant une digestion de vingt-quatre heures avec de l'acide muriatique concentré dans un flacon bouché, la craitonite fut entièrement dissoute, et la silice resta. Le liquide fut aussi bien que possible neutralisé par de l'ammoniaque et précipité par de l'oxalate d'ammoniaque. Le précipité, lavé et chauffé au rouge, était

blanc et présentait tous les caractères de l'oxide de titane. Comme je m'étais aperçu que le liquide contenait du fer à l'état d'oxidule, je le mêlai avec de l'acide nitrique, et je le fis bouillir quelques momens; après quoi je le précipitai par de l'ammoniaque. Le précipité eut tous les caractères de l'oxide de fer; mais le chalumeau y découvrit encore la présence de l'oxide de titane. Un accident m'empêcha de continuer les expériences que j'avais commencées pour examiner la pureté des substances obtenues; et comme cette pierre est tellement rare que je n'ai point pu m'en procurer une nouvelle portion, j'ai cru devoir communiquer ces expériences, malgré l'état d'imperfection dans lequel elles se trouvent, puisqu'elles serviront toujours à indiquer que la craitonite doit trouver sa place, dans le système de minéralogie, parmi les fers titanés.

4. *Euclase.*

Je dois à la générosité de M. de Souza, ancien envoyé de la Cour de Lisbonne, un échantillon de cette pierre rare que j'ai sacrifié à une expérience analytique. J'ai traité la pierre pulvérisée avec du carbonate de soude dans un creuset de platine exposé au feu. La masse a été reprise par de l'acide muriatique étendu; elle laissa une poudre blanche légère, que j'ai séparée. Le liquide a été évaporé à siccité et traité comme on fait ordinairement dans l'analyse de l'émeraude. La poudre blanche, non dissoute par l'acide muriatique, ressemblait beaucoup à de l'oxide de tantale. Je la traitai par du sursulfate de soude au feu. Elle fut dissoute; mais comme la

masse saline traitée par de l'eau s'y dissolvait sans résidu, ce ne pouvait être de l'oxide de tantale. Je fis passer dans la dissolution un courant de gaz hydrogène sulfuré ; il y eut un précipité jaunâtre qui, après avoir été grillé et pesé, se laissa réduire entièrement au chalumeau en donnant un globule d'étain. Le liquide, précipité par le gaz hydrogène sulfuré, donna avec de l'ammoniaque un précipité soluble sans résidu dans le carbonate d'ammoniaque : c'était de la glucine. J'ai cru devoir noter cette propriété de la glucine, de donner avec l'oxide d'étain une combinaison qui résiste longtemps à l'action des acides, parce que, dans l'analyse de la gadolinite de Kararfvet, la même chose m'est arrivée avec une combinaison entre la glucine et les oxides de manganèse et de cérium. Ces combinaisons se forment par l'opération analytique même, et confondent beaucoup le résultat. J'ai trouvé cependant que, moyennant une action prolongée de l'acide muriatique concentré, elles se laissent redissoudre.

J'ai obtenu de l'euclase :

Silice,	43.22 ;
Alumine,	30.55 ;
Glucine,	21.78 ;
Oxide de fer,	2.22 ;
Oxide d'étain,	0.70.
	98.47.

En comparant les différentes quantités d'oxigène contenues dans les trois terres, on trouve que celle de la glucine est 6.8, celle de l'alumine 14.25, et enfin celle

de la silice 21.84, ce qui se rapproche tellement du rapport 1, 2 et 3, que l'on a droit de considérer les écarts comme des erreurs d'observation. Dans ce cas, les deux bases sont combinées avec une quantité de silice dont l'oxigène est égal à celui des bases, et l'euclase est composée d'un atome de silicate de glucine et de deux de silicate d'alumine $GS + 2AS$. Le résultat calculé d'après cette formule donne, pour 100 p. d'euclase pure :

Silice,	44.33;
Alumine,	31.83;
Glucine,	23.84.

On trouve des traces d'oxide d'étain dans les émeraudes de Finbo près de Fahlun, et on retrouve ces mêmes traces d'oxide d'étain dans un minéral de l'autre hémisphère qui contient de la glucine. Cette circonstance est un fait qui mérite d'être ajouté au nombre des observations analogues qui ont été faites par des géologistes.

5. *Calamine de la vieille montagne, près de Limbourg.*

Nous devons la connaissance de la composition des différentes espèces de calamine à un excellent travail de M. Smithson, mais dans lequel la quantité d'eau dans le silicate de zinc ne fut point déterminée avec assez de précision pour permettre d'en calculer la formule chimique. C'est par cette raison que j'en ai repris l'examen, dont voici le résultat :

Silice	24.894;
Oxide de zinc.	66.836;
Eau	7.460;
Acide carbonique.	0.450;
Oxides de plomb et d'étain.	0.300.
	99.940.

En admettant que l'acide carbonique y a formé de l'hydrocarbonate avec l'oxide de zinc, les 0.45 de cet acide correspondent à 2.2 d'oxide de zinc et 0.4 d'eau. Les 64.6 d'oxide de zinc restant contiennent 12.83 p. d'oxigène; la silice en contient 12.51 p., et les 7.06 p. d'eau en contiennent 6.275 p., c'est-à-dire, que la silice et l'oxide de zinc en contiennent une quantité égale, et l'eau en renferme la moitié autant. Sa composition sera donc représentée par $\ddot{Z}n^3 \dddot{S}i^2 + 3\,Aq$; ou par les signes minéralogiques de $2\,Zn\,S + Aq$.

6. *Pyrite blanche.*

M. Haüy a eu la complaisance de me remettre un échantillon bien cristallisé de ce minéral pour être analysé.

1 gr. de pyrite a été dissous par de l'acide nitro-muriatique; le liquide a été précipité par de l'ammoniaque caustique, et le précipité ainsi obtenu a été parfaitement lavé, séché et poussé au feu. Il pesait 0.6695 gr. Repris par de l'acide muriatique, il a laissé 0.008 gr. de silice. La dissolution a été saturée avec de l'ammoniaque caustique, et précipitée par du succinate d'ammoniaque. Le liquide filtré, mêlé avec du sous-

carbonate de soude et évaporé à siccité, a donné 0.008 gr. d'oxide de manganèse.

Le liquide d'où le fer a été précipité, neutralisé et ensuite mêlé avec du muriate de baryte, a donné 3g.8675 de sulfate de baryte, équivalens à 0g,5335 de soufre.

Cette pyrite est donc composée des parties suivantes :

Fer,	45.314;
Manganèse,	0.563;
Soufre,	53.350;
Silice,	0.800.
	100.027.

Or, le rapport du fer et du soufre dans cette pyrite est tellement d'accord avec le résultat calculé pour la pyrite ordinaire ou le bisulfure de fer (fer 45.74, soufre 54.26) qu'on n'a aucune raison de les considérer comme différens. La présence d'une trace de bisulfure de manganèse ne suffira probablement pas pour expliquer la différence de forme primitive entre les pyrites blanche et jaune. Le résultat de l'analyse de la pyrite blanche donne, à la vérité, presque un pour cent de soufre de moins que le résultat calculé; mais, outre que cela arrive de même avec la pyrite jaune, cette circonstance est due à la présence d'une certaine quantité d'oxide de fer mélangé avec la pyrite, tout comme on en trouve dans presque tous les minéraux. En voici la preuve :

J'ai fait digérer la pyrite avec de l'acide muriatique concentré, dans l'idée de découvrir par l'odeur hépatique la présence de quelques traces de sulfure au *mi-*

nimum; mais il ne se manifesta aucune odeur; au contraire, l'acide se colora fortement en jaune : j'ai décanté l'acide coloré, et je l'ai remplacé par une nouvelle dose qui ne se colora plus. L'acide coloré, sur-saturé d'ammoniaque, laissa précipiter un peu d'oxide de fer.

Les deux pyrites en question présentent donc, à ce qu'il me semble, une nouvelle exception analogue à celle des deux formes primitives du carbonate de chaux, dont la cause, soit chimique, soit physique, sera plus intéressante à mesure qu'elle sera difficile à trouver.

Je me propose d'examiner, dans une autre occasion, la pyrite blanche radiée qui se décompose dans l'air. Si ce phénomène n'est point dû à la présence d'une petite quantité de sulfure au *minimum*, il pourra décider la question si on le laisse s'achever entièrement.

7. *Uranite d'Autun.*

Cette pierre a été considérée comme de l'oxide jaune pur d'urane. Dans des expériences au chalumeau, je m'étais aperçu qu'elle contient de l'eau, et voulant déterminer sa quantité, je trouvai un défaut de rapport entre la partie non volatile et l'eau. Cette circonstance m'engagea à examiner cette pierre avec attention : je trouvai alors qu'elle est une combinaison de la chaux avec de l'oxide jaune d'urane et avec de l'eau, c'est-à-dire, qu'elle est un véritable uranate de chaux, avec eau de combinaison.

L'analyse de cette pierre présenta des difficultés inattendues, vu que les moyens ordinaires d'en séparer la chaux ne suffirent point. Après plusieurs essais dans

lesquels je fis usage d'ammoniaque caustique qui précipite une grande partie de la chaux avec l'oxide d'urane, d'oxalate d'ammoniaque et de carbonate d'ammoniaque qui forment un oxalate et un carbonate double de chaux et d'oxide d'urane, je trouvai que la pierre se laisse décomposer facilement de la manière suivante : on la fait rougir au feu pour en chasser l'eau; on la dissout ensuite dans de l'acide muriatique à froid; on étend le liquide concentré avec de l'alcool; on sépare la dissolution de la gangue non dissoute, et on ajoute un mélange d'alcool avec un peu d'acide sulfurique concentré. Il se forme du gypse qui se précipite et qu'on lave avec de l'alcool. Les liquides spiritueux étant mêlés avec de l'eau, on évapore l'alcool, on précipite l'oxide d'urane avec de l'ammoniaque. Le liquide restant étant évaporé à siccité, on chauffe le sel, qui laisse pour résidu un peu de silice, de magnésie et d'oxide de manganèse. L'oxide d'urane précipité contient de l'oxide d'étain qui reste non dissous si on le traite par du carbonate d'ammoniaque, ou qui se précipite lorsqu'on fait passer un courant de gaz hydrogène sulfuré dans sa dissolution acide.

Il est difficile de trouver avec précision la quantité d'eau dans ce minéral, puisque sa texture lamellaire et peu compacte le rend extrêmement sensible à l'humidité hygrométrique. Il est rare que deux différens cristaux ne varient point de plusieurs centièmes dans la quantité d'eau qu'ils fournissent lorsqu'on les chauffe au rouge.

Ce n'est qu'après avoir réduit les cristaux en poudre fine, et après avoir laissé cette poudre quelque temps exposée à une température de 40° à 50°, qu'on peut se

défaire de la plus grande partie de l'eau hygroscopique. Voici le résultat d'une de mes analyses de ce minéral :

Chaux	6.87 ;
Oxide d'urane	72.15 ;
Eau	15.70 ;
Oxide d'étain	0.75 ;
Silice, magnésie, oxide de manganèse.	0.80 ;
Gangue insoluble	2.50.
	98.77.

L'oxigène de la chaux est 1.93, et celui de l'oxide d'urane 6.28 ; ce qui est un peu plus de trois fois celui de la chaux, puisque $1.93 \times 3 = 5.79$. Comme l'oxide d'urane est un de ceux qui paraissent contenir 3 atomes d'oxigène, nous avons lieu d'attendre que, dans les combinaisons où il est le principe électro-négatif, son oxigène doit être trois fois celui de la base ou du corps électro-positif. L'excès d'oxide d'urane, s'il n'est point dû à une inexactitude dans mon expérience (que cependant j'ai plusieurs fois répétée avec des résultats peu différens), peut être attribué à cette partie qui colore l'uranite en vert, surtout dans l'intérieur : cette couleur prouve qu'une partie de l'oxide n'y est point combinée avec quelque base, en même temps que son inégalité à divers endroits fait voir que l'oxide non combiné est distribué d'une manière inégale. L'oxigène de l'eau 13.95 est sept fois celui de la chaux. J'ai cependant tant de raisons de croire qu'il ne doit être que six fois celui de la chaux, et deux fois celui de l'oxide d'urane, que je considère l'excès comme provenant en partie d'humi-

dité hygroscopique, et en partie comme ayant formé un hydrate avec l'oxide d'urane excédant. Il est clair, d'après ce que je viens de dire, que l'uranite étant un sel à base de chaux, il doit être placé, dans le système minéralogique, parmi les sels de cette base. Sa composition sera exprimée par $\ddot{U}\,\dddot{C}a^{2} + 12\,Aq$, ou par le signe minéralogique $CU^{3} + 6\,Aq$.

8. *Phosphate de manganèse de Limoges.*

Nous devons la connaissance de la qualité des principes constituans de cette pierre aux recherches de M. Vauquelin; mais comme, à l'époque où son analyse a été faite, on ne connaissait point encore l'emploi du succinate d'ammoniaque pour séparer les deux oxides métalliques, le résultat qu'il a trouvé n'était point d'accord avec les proportions chimiques; ce qui m'a fait entreprendre une analyse sur un échantillon de ce minéral que je dois à la générosité de M. Haüy.

J'ai dissous la pierre dans de l'acide muriatique à froid. La dissolution a été précipitée par de l'hydrosulfure d'ammoniaque en excès, et le précipité a été lavé avec de l'eau aiguisée par une petite portion du même hydrosulfure. Sans cette précaution, l'eau enlève une portion du précipité, et ce qui passe par le filtre a une couleur verte. Le liquide, filtré, a été neutralisé par de l'acide muriatique, et ensuite exposé à l'ébullition pour en expulser l'hydrogène sulfuré. On l'a versé dans un flacon où il a été mêlé avec de l'ammoniaque en excès, et ensuite on y a instillé une solution de muriate de chaux qui a précipité du sous-phosphate de chaux.

Les sulfures précipités ont été séchés et grillés ; on les a ensuite repris par l'acide muriatique ; le liquide, bien neutralisé avec de l'ammoniaque, a été précipité d'abord par du succinate d'ammoniaque, et ensuite par du carbonate de soude en excès avec lequel il a été évaporé à siccité. L'oxide de manganèse obtenu par ce dernier procédé surpassait en quantité l'oxide de fer dans un rapport qui ne pouvait plus être attribué à une inexactitude dans l'expérience. Il me vint donc dans l'idée que si le phosphate contenait accidentellement une petite quantité de phosphate de chaux qui devait se trouver dans l'oxide de manganèse, je devais traiter l'oxide de manganèse par de l'acide nitrique ; qui n'y occasiona aucune effervescence. Après quelques heures de digestion, je le neutralisai presque par l'ammoniaque, et j'y ajoutai de l'acide oxalique. Le précipité qui se forma fut séparé, décomposé au feu et ensuite pesé. C'était un mélange de carbonate de chaux et d'oxide de manganèse. Le carbonate de chaux étant extrait avec de l'acide nitrique faible, ce qui se fit presque dans un clin-d'œil, l'oxide non dissous fut pesé de nouveau. D'après le poids du carbonate de chaux dissous, je calculai la quantité du phosphate de chaux qu'il fallait défalquer du poids de l'oxide de manganèse.

De cette manière, 100 p. de phosphate m'ont donné 68 p. de sous-phosphate de chaux, équivalentes à 32.78 p. d'acide phosphorique, 36.5 p. d'oxide rouge de fer et 39.4 p. d'oxide de manganèse brun marron, d'où j'ai retiré 2.9 p. de carbonate de chaux, équivalentes à 3.2 p. de phosphate de chaux. L'excès dans ces nombres est dû à ce que la pierre contient des oxidules qui ont été

convertis en oxides par l'analyse. En voici le résumé :

Acide phosphorique,	32.78 ;
Oxidule de manganèse,	32.60 ;
Oxidule de fer,	31.90 ;
Sous-phosphate de chaux,	3.20.
	100.48.

Ces deux oxidules contiennent la même quantité d'oxigène ; ils forment donc un sel double dont la base est la même que dans le tantalite de Kimito et dans le pyrosmalite. La quantité d'acide phosphorique trouvée suffirait pour donner un phosphate neutre avec l'un des oxides. Le sel double est donc un sous-phosphate où l'acide est combiné avec deux fois autant de base que dans le sel neutre, tout comme nous l'avons trouvé pour la wawellite. Sa formule chimique sera donc :

$$\ddot{M}n^2 \overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{P} + \ddot{F}e^2 \overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{P},$$

c'est-à-dire que l'oxigène de la base est $\frac{4}{5}$ de celui de l'acide. Le résultat calculé d'après cette formule donne, pour 100 p. de sous-sel pur :

Acide phosphorique,	33.23 ;
Oxidule de fer,	32.77 ;
Oxidule de manganèse,	34.00.

Déjà M. Vauquelin avait supposé que cette pierre devait être considérée comme un phosphate double. Des expériences faites par M. d'Arcet fils paraissaient, au contraire, prouver que la quantité du fer y était varia-

ble, et que les morceaux d'une couleur plus claire ne contenaient que des traces de fer. J'ai répété mon analyse sur un morceau d'une couleur moins foncée que celle du premier; mais le rapport des principes constituans y était le même. Les expériences de M. d'Arcet laissent donc présumer qu'il y a au même endroit tant du sous-phosphate double que du sous-phosphate de manganèse sans fer, ou avec des mélanges peu considérables de sous-phosphate double.

APPLICATION *du calcul des probabilités aux opérations géodésiques de la méridienne de France.*

PAR M. DE LAPLACE.

LA partie de la méridienne qui s'étend de Perpignan à Formentera s'appuie sur la base mesurée près de Perpignan. Sa longueur est d'environ 460 mille mètres, et elle est jointe à la base par une chaîne de 26 triangles. On peut craindre qu'une aussi grande longueur, qui n'a point été vérifiée par la mesure d'une seconde base vers son autre extrémité, ne soit susceptible d'une erreur sensible provenant des erreurs des 26 triangles employés à la mesurer. Il est donc intéressant de déterminer la probabilité que cette erreur n'excède pas 40 ou 50 mètres. M. Damoiseau, lieutenant-colonel d'artillerie, et qui vient de remporter le prix proposé par l'Académie de Turin, sur le retour de la comète de 1759, a bien voulu, à ma prière, appliquer à cette partie de la méridienne les formules que j'ai données

pour cet objet, dans le second Supplément à ma *Théorie analytique des probabilités*. Il a trouvé qu'à partir de la latitude du signal de Burgarach, quelques minutes plus au nord que Perpignan, jusqu'à Formentera, ce qui comprend un arc de la méridienne d'environ 466006 mètres, la probabilité d'une erreur s, la base de Perpignan étant prise pour unité, est proportionnelle à l'exponentielle

$$c^{\frac{-9.ns^2}{4\theta^2.48350,606}}.$$

c est le nombre dont le logarithme hyperbolique est l'unité; n est le nombre des triangles employés; θ^2 est la somme des carrés des erreurs observées dans la somme des trois angles de chaque triangle; enfin, s est l'erreur de l'arc total, la base de Perpignan étant prise pour unité. Ici, n est égal à 26. En prenant pour unité d'angle la seconde sexagésimale, on a :

$$\theta^2 = 118,178.$$

Mais le nombre des triangles employés n'étant que 26, il est préférable de déterminer par un plus grand nombre de triangles, la constante θ^2 qui dépend de la loi inconnue des erreurs des observations partielles : pour cela on a fait usage des 107 triangles qui ont servi à mesurer la méridienne depuis Dunkerque jusqu'à Formentera. L'ensemble des erreurs des sommes observées des trois angles de chaque triangle est, en les prenant toutes positivement, 173,82, et la somme des carrés de ces erreurs est 445,217. En la multipliant par $\frac{26}{107}$, on aura, pour la valeur de θ^2 :

$$\theta^2 = 108,134.$$

Cette valeur, qui diffère peu de la précédente, doit être employée de préférence; elle doit être réduite en parties du rayon du cercle; ce qui revient à la diviser par le carré du nombre de secondes sexagésimales que ce rayon renferme. Alors l'exponentielle précédente devient

$$c^{-689,797 \cdot s^2};$$

en sorte que la base de Perpignan étant prise pour unité, 689,797 est ce que je nomme *le poids* du résultat ou de l'arc mesuré depuis le signal de Burgarach jusqu'à Formentera. Cette base est de $11706^m,40$: on en a conclu pour les probabilités respectives que les erreurs de l'arc dont il s'agit sont comprises dans les limites $\pm 60^m$, $\pm 50^m$, $\pm 40^m$, les fractions suivantes qui approchent fort près de l'unité :

$$\frac{1743695}{1743696};\ \frac{32345}{32346};\ \frac{1164}{1165}.$$

On ne doit donc avoir aucun doute raisonnable sur l'exactitude de l'arc mesuré. Les limites entre lesquelles il y a un contre un à parier que l'erreur de cet arc tombe, sont $\pm 8^m,1940$.

On a vu, dans le Supplément cité, que les angles ayant été mesurés au moyen d'un cercle répétiteur, on peut supposer la probabilité d'une erreur x dans la somme observée des trois angles de chaque triangle, proportionnelle à l'exponentielle c^{-kx^2}, k étant une constante; d'où il suit que la probabilité de cette erreur est, en désignant par π le rapport de la circonférence au diamètre :

sodium ne présente plus aucune difficulté. Un des meilleurs procédés que l'on puisse employer consiste à chercher combien un poids donné de ce mélange contient de chlore en le décomposant par le nitrate d'argent, et à diviser le chlore en deux parties telles que l'une convertie en chlorure de potassium, et l'autre en chlorure de sodium, soient égales en poids au mélange soumis à l'analyse. La précision obtenue par ce procédé dépend de la différence qui existe entre la capacité du potassium et celle du sodium : si cette différence était très-petite, les plus légères erreurs d'observation auraient une très-grande influence sur les résultats, et si elle était nulle, le problême serait tout-à-fait indéterminé. On pourrait aussi transformer les deux chlorures en d'autres composés inégalement solubles ; mais les agens qu'il serait permis d'employer, tels que le chlorure de platine, le sulfate d'alumine, sont loin de donner des résultats satisfaisans. Le procédé qu'on va décrire réunit à une très-grande simplicité toute la rigueur qu'on peut desirer. Il n'a point encore été mis en usage, et on peut le présenter comme une acquisition très-utile pour l'analyse chimique et pour l'art du salpêtrier.

Ce procédé est fondé sur l'abaissement très-inégal de température que chacun des deux chlorures produit par sa dissolution dans l'eau. 50 grammes de chlorure de potassium, en se dissolvant dans 200 grammes d'eau contenus dans un vase de verre de la capacité de 320 grammes d'eau et du poids de 185 grammes, produisent un abaissement de 11°,4 centigrades. La même quantité de chlorure de sodium donne seulement, dans les mêmes circonstances, un abaissement de 1°,9.

Maintenant si l'on fait un mélange des deux chlorures, et qu'on en dissolve 50 gr. dans 200 gr. d'eau, le froid produit sera relatif à la proportion de chacun des chlorures, et l'on conçoit qu'il sera toujours possible de conclure l'un de l'autre. On pourrait faire une table indiquant l'abaissement de température correspondant à un mélange connu des deux chlorures ; mais il suffit de calculer leur proportion par une simple règle d'alliage, en partant de l'abaissement de température produit par la dissolution de chaque chlorure dans l'eau. En appelant d cet abaissement, la règle pour calculer les chlorures de potassium dans 100 parties du mélange avec les degrés de froid cités, est :

$$\text{Chlorure de potassium} = \frac{100\,d - 190}{9,5}.$$

En opérant sur des mélanges connus, les proportions calculées par cette règle ne différeront jamais au-delà de un centième des véritables. Les seules attentions à prendre pour parvenir à ce degré de précision sont : 1° d'avoir un thermomètre très-sensible sur lequel on puisse lire facilement des dixièmes de degré ; 2° de réduire le mélange des deux chlorures en poudre très-fine, afin qu'il se dissolve dans l'eau le plus rapidement possible ; 3° de tenir le vase par le col seulement, pour que la chaleur de la main ne puisse pas influer sur la température de l'eau. Voici, au reste, la manière d'opérer :

Ayant pesé exactement 200 gr. d'eau dans le vase de verre où doit se faire la dissolution, on y plonge le thermomètre pour en connaître la température, que nous supposerons de 20°,4. On y verse ensuite promptement

50 gr. du mélange, et pendant que le thermomètre est suspendu dans le liquide avec la main gauche, on tient le col du vase avec la main droite, et on lui imprime un mouvement giratoire très-rapide pour accélérer la dissolution. Pendant qu'elle s'opère, le thermomètre baisse rapidement; on suit sa marche avec attention, et on observe le degré le plus bas auquel il s'arrête : admettons que ce degré soit 12°,8.

L'abaissement *d* de température est par conséquent 20°,4 — 12°,8 = 7,6, et le chlorure de potassium est égal à

$$\frac{100 \times 7,6 - 190}{9,7} = 60.$$

Ce procédé, qui exige à peine dix minutes pour être exécuté en entier, est susceptible de la plus grande précision, et, par son extrême simplicité, il peut être employé dans les arts. Il est surtout avantageux dans la fabrication du salpêtre pour l'analyse des sels qui se déposent pendant l'évaporation des eaux salpêtrées, et qui sont du chlorure de sodium et du chlorure de potassium dans des proportions très-variables.

Le nitre produisant aussi beaucoup de froid en se dissolvant dans l'eau, le moyen qu'on vient d'indiquer serait applicable à l'analyse d'un mélange de nitre et de sel marin. En général, ce moyen peut servir pour tous les corps produisant très-inégalement du froid en se dissolvant soit dans l'eau, soit dans tout autre liquide.

On pourrait encore parvenir à connaître la proportion du chlorure de potassium au chlorure de sodium dans un mélange de ces deux corps au moyen d'une dissolution très-concentrée de sulfate d'alumine. Cette disso-

lution, mêlée à celle des deux chlorures dans un tube gradué, produit un précipité d'alun dont la quantité est sensiblement proportionnelle au chlorure de potassium; mais ce moyen, très-bon d'ailleurs pour faire distinguer les combinaisons de la potasse de celles de la soude, étant très-inférieur au précédent pour l'analyse d'un mélange de chlorure de potassium et de chlorure de sodium, on l'indique ici sans en recommander l'emploi.

NOTICE *sur une Roche quartzeuse pénétrée de percarbure de fer.*

PAR M. HENRI BRACONNOT.

ON rencontre assez fréquemment dans les pavés de Lunéville et de Nanci, ou parmi les cailloux que charrient la Meurthe et la Moselle, et que l'on met en tas sur les routes, une pierre assez remarquable que je n'avais pas encore vue dans les collections. Il paraît que Saussure a rencontré quelque chose d'analogue dans les Alpes. Sollicité dernièrement par les Drs Gaillardot et Lamoureux à en faire l'analyse, j'ai cru devoir satisfaire leur curiosité et la mienne. Cette pierre, dont nous ignorons la disposition locale, est en masses arrondies d'un volume plus ou moins considérable; elle est grise à l'extérieur; sa cassure d'un brillant métallique et d'un grain plus ou moins fin rappelle le fer oligiste ou la galène compacte; elle présente une multitude d'écailles ou lamelles comme micacées, opaques, ayant l'éclat de l'acier poli. La dis-

position feuilletée de cette pierre et son aspect micacé nous l'avaient fait considérer comme un gneiss. Sa dureté est assez grande pour rayer le cristal de roche. M. Gaillardot a trouvé que sa pesanteur spécifique varie entre 2,12 et 2,95. Elle n'agit en aucune manière sur l'aiguille aimantée ; sa poussière est d'un gris cendré. Chauffée au rouge, elle ne perd pas sensiblement de son poids. Un morceau de ce minéral exposé par M. Gaillardot à une chaleur violente long-temps continuée, a perdu son éclat métallique, a blanchi et est devenu poreux à la profondeur de deux lignes ; mais le centre n'avait éprouvé aucune altération.

A. 5 grammes de cette pierre réduite en poudre fine ont été exposés à une chaleur rouge avec 16 gramm. de potasse pure dans un creuset de platine ; la masse fondue ayant été traitée par l'eau, s'y est dissoute, à l'exception d'un sédiment noir qui s'est rassemblé par le repos, et que l'on a séparé par la décantation de la liqueur : bien lavé avec de l'eau aiguisée d'acide hydrochlorique et desséché, il pesait 0,27 grammes ; cette matière était d'un éclat métalloïde plombé, doux et onctueux au toucher ; tachant les doigts et le papier, et y laissant de petites écailles brillantes : c'est évidemment cette matière qui a imprimé à la masse quartzeuse de cette pierre son apparence micacée. La même matière, exposée à une assez forte chaleur, n'a éprouvé aucune altération sensible. Mélangé avec dix à douze fois son poids de nitrate de potasse, le mélange projeté dans un creuset rouge de feu s'est gonflé d'abord, puis a détonné : la matière fondue, traitée par l'eau, a laissé déposer un léger sédiment brun-rougeâtre que l'acide hydrochlorique a dissous, à l'excep-

tion d'une très-petite portion de matière noirâtre qui avait échappé à l'action du nitre; le ferrocyanate de potasse versé dans cette liqueur y a formé un précipité de bleu de Prusse. L'affusion de l'acide hydrochlorate a produit dans la dissolution alcaline une très-vive effervescence due à un dégagement d'acide carbonique mélangé d'acide nitreux. Cette matière noirâtre plombée était donc bien évidemment du percarbure de fer ou plombagine.

B. La liqueur alcaline contenant en dissolution tous les autres élémens de la pierre, a été mêlée à un excès d'acide muriatique et évaporée à siccité avec les précautions convenables; le résidu, repris par l'eau aiguisée d'acide hydrochlorique, a laissé de la silice : bien lavée, séchée et chauffée au rouge, elle pesait 4,26 grammes. Fondue avec de la soude, elle a donné un verre blanc incolore.

C. On a ajouté à la solution rapprochée et bouillante du carbonate de potasse; il en est résulté un précipité qui a été mis en ébullition avec une dissolution de potasse caustique; la liqueur, sur-saturée d'acide hydrochlorique, a été précipitée par le carbonate d'ammoniaque; le dépôt, lavé et calciné, pesait 0,11 grammes : c'était de l'alumine.

D. La portion insoluble dans la potasse a été reprise par l'acide sulfurique affaibli, qui l'a dissoute en grande partie; on a fait évaporer à siccité pour chasser l'excès d'acide sulfurique, et on a traité la matière avec un peu d'eau tenant de l'alcool; elle s'y est dissoute, à l'exception d'un sédiment de sulfate de chaux du poids de

0,15 grammes après la calcination, qui représente 0,061 grammes de chaux.

E. La dissolution par l'acide sulfurique *D*, suffisamment étendue d'eau, puis mêlée avec du carbonate de potasse bien saturé, a produit un précipité d'oxide de fer; chauffé, il pesait 0,21 grammes.

La liqueur séparée de ce précipité n'était troublée ni par la potasse ni par l'hydrosulfure d'ammoniaque.

Il résulte de cette analyse que le minéral dont il s'agit est composé ainsi qu'il suit :

Silice	85,20 ;
Percarbure de fer ou graphite.	5,40 ;
Oxide de fer.	4,20 ;
Alumine	2,20 ;
Chaux	1,22 ;
Perte	1,78.
Total. . .	100,00.

Examen *du sel gemme provenant d'une mine découverte près de Vic, arrondissement de Château-Salins, département de la Meurthe.*

Par C. J. A. Mathieu de Dombasle.

On sait qu'il existe à *Dieuze*, *Moyenvic* et *Château-Salins*, dans l'ancienne Lorraine, des puits salés très-riches, dont l'exploitation connue remonte au-delà de l'ère chrétienne. La petite rivière de la *Seille*, qui prend

sa source dans l'étang de l'*Indre*, près de Dieuze, dirige son cours, d'abord vers l'ouest, et ensuite vers le nord-ouest, pour aller se jeter dans la Moselle, près de *Metz*. Dans les premières lieues de son cours, elle passe près des petites villes de *Marsal*, *Moyenvic*, *Vic* et *Château-Salins*; dans cet espace, et même au-dessous, le vallon qu'elle arrose présente presque par-tout des indices de sel marin : des sources plus ou moins chargées de ce sel sourdent sur divers points de ce vallon ; il est souvent difficile d'obtenir des puits dont l'eau ne soit pas saumâtre; enfin, beaucoup de plantes particulières aux bords de la mer y croissent spontanément. Tout indiquait donc un vaste dépôt où les eaux de ce vallon puisaient le sel qu'elles tiennent en dissolution.

L'opinion de plusieurs géologues était que ce dépôt de sel existait dans les montagnes des Vosges. La position des salines de la Franche-Comté, situées au pied du revers méridional de cette chaîne, tandis que celles de la Lorraine se trouvent au pied de leur revers septentrional, leur faisait présumer que les unes et les autres puisaient à la même source le sel qu'elles fournissent.

Il ne paraît pas qu'on ait jamais fait aucune tentative pour parvenir à la découverte de ce dépôt de sel fossile ; découverte qui eût néanmoins été fort importante, puisque jusqu'ici la France a été entièrement privée de sel gemme.

Cette découverte vient enfin d'être faite, et c'est par le moyen d'un sondage entrepris par une société particulière, dans l'intention de découvrir du charbon de terre, qu'on a rencontré un banc de sel dont toute la puissance n'est pas encore connue, mais qui, par ce qu'on en con-

naît déjà, peut donner lieu à une immense exploitation. Le coup de sonde qui a procuré cette découverte était établi près de Vic, c'est-à-dire, vers le centre du *Pays-Salé*. On a traversé d'abord des couches de grès et de terre argileuse entre-coupée par des veines de sulfate de chaux. A la profondeur de 50 mètres environ, l'argile mêlée de sulfate de chaux que la sonde ramenait était salée, et a continué de l'être jusqu'à la couche de sel qu'on a rencontrée à 65 mètres environ. Au moment où j'écris ceci (1), la sonde a pénétré à 85 mètres, en traversant une épaisseur de plus de 20 mètres de sel, partagée en trois couches par des bancs très-peu considérables de sulfate de chaux, et la sonde continue de ramener du sel.

Le sel qu'on extrait par là sonde n'est pas constamment très-pur. Je m'en suis procuré un assez grand nombre d'échantillons, dont la plupart ont une teinte grise plus ou moins foncée, parsemée de veines très-blanches, et dans quelques-uns, d'autres veines d'une nuance rose briquetée; quelques-uns cependant sont fort transparens et presque sans couleur. On paraît croire que la terre qui souille le plus grand nombre de ces échantillons n'y est qu'accidentelle, et qu'elle est due aux parties que la sonde détache des parois du trou en descendant, et que l'action de la cuiller mêle ensuite au sel qu'elle retire. Ce qui tendrait à accréditer cette opinion, qui paraît être celle que cherchent à faire adopter les personnes qui dirigent l'opération, c'est qu'en substi-

(1) Septembre 1819.

tuant à la cuiller un instrument particulier, au moyen duquel on obtient les échantillons sans les broyer, on a extrait des morceaux d'une grande pureté et très-transparens. Il faudrait savoir si on a obtenu constamment des échantillons de ce genre toutes les fois qu'on a employé cet instrument, dont on n'a fait usage que rarement, à cause de la lenteur de son action : c'est une question sur laquelle je n'ai pu me procurer des renseignemens positifs.

Cependant l'inspection de quelques échantillons me donnerait lieu de croire qu'il n'en est pas ainsi, et que le mélange des parties terreuses existe dans une grande partie de la couche. Dans l'un d'entre eux en particulier, qui était d'une couleur grise assez foncée, et dont la cassure, à grains très-fins, ne présentait aucune apparence de cristallisation, j'ai remarqué une cavité tapissée de cristaux cubiques parfaitement limpides, dont les plus gros l'étaient un peu plus qu'un grain de millet ; le tout paraissait être dans le même état où il se trouvait dans la mine. Ces observations me portent à croire que la couche de sel n'est pas également pure dans toutes ses parties. Si cette conjecture est fondée, on n'aurait pas moins l'espoir bien fondé de parvenir à des couches d'une plus grande pureté, en perçant à une plus grande profondeur ; cela est rendu probable par la gradation des couches que la sonde a traversées jusqu'ici : en effet, on a rencontré d'abord l'argile, puis l'argile mélangée de sel, ensuite le sel mélangé d'un peu d'argile ; de sorte que la proportion de sel a augmenté constamment à mesure qu'on a pénétré plus profondément.

L'analyse dont je vais présenter le détail a été faite

sur un échantillon semblable à ceux qui sont les plus communs parmi ceux que j'ai vus. Si on vient à reconnaître que les matières terreuses qui y sont contenues n'y étaient qu'accidentelles, il sera facile de les soustraire du résultat de l'analyse : ce résultat, ainsi modifié, devra, dans ce cas, être considéré, selon toutes les apparences, comme représentant la composition de la couche de sel dans la plus grande partie de son épaisseur.

Cet échantillon est d'un gris bleuâtre très-clair ; on y remarque des veines d'un gris plus foncé, et d'autres d'un blanc mat très-pur ; il est assez dur pour ne pouvoir se briser entre les doigts, et même pour se laisser très-difficilement entamer avec l'ongle : il ne présente aucune apparence de cristallisation ; la cassure présente un grain compacte et très-fin. Sa saveur salée est très-intense et très-fraîche. Sa solution n'a présenté aucun signe d'acidité ni d'alcalinité.

Une partie de cet échantillon a été réduite en poudre fine, puis séchée à une température de 100°.

a. 10 grammes de cette substance ont été mis à digérer avec de l'alcool à 0,798 de pesanteur spécifique ; le résidu, après avoir été lavé avec de nouvel alcool et séché, pesait 9,310 grammes.

b. La solution *a* a été évaporée à siccité ; le résidu pesait 0,615 grammes. Il n'attirait pas sensiblement l'humidité de l'air, et sa saveur était celle de l'hydrochlorate de soude pur.

c. Le résidu *b* a été redissous dans deux décilitres d'eau distillée, et la solution divisée en deux parties égales. La première a été mêlée avec son volume d'eau de chaux, qui ne l'a pas troublée. On a versé dans l'autre une solu-

tion de suroxalate de potasse qui ne l'a troublée que très-légèrement, et seulement au bout de plusieurs minutes. Le précipité était trop peu considérable pour être recueilli.

L'alcool n'avait donc enlevé que de l'hydrochlorate de soude et une trace d'hydrochlorate de chaux.

d. Soupçonnant que le sulfate de chaux, qui se rencontre abondamment dans les eaux des salines voisines, formait aussi une des parties constituantes de ce sel, et ayant observé que ce sulfate se dissout en bien plus grande quantité et bien plus promptement dans l'eau chargée d'hydrochlorate de soude que dans l'eau pure, j'essayai de séparer ces deux sels au moyen de l'alcool faible. En conséquence, j'ai fait digérer le résidu *a* avec de l'alcool à 0,880, qui en a dissous la plus grande partie. Le résidu, lavé avec de nouvel alcool et séché, pesait 0,285 grammes.

e. La solution *d* ayant été évaporée à siccité, le résidu pesait 8,995 grammes.

f. Le résidu *e* ayant été redissous dans l'eau distillée et étendu de manière à former 3 décilitres, elle fut divisée en trois parties égales. La première fut mêlée avec un volume égal d'eau de chaux qui ne la troubla pas.

On versa dans la deuxième une solution d'hydrochlorate de baryte qui y forma un précipité insoluble dans l'acide nitrique, qui pesait 0,020 grammes.

On versa dans la troisième partie une solution de suroxalate de potasse; le précipité qui s'y forma pesait 0,010 grammes.

L'alcool à 0,880 avait donc dissous un peu de sulfate de chaux, probablement à l'aide de l'hydrochlorate de

soude. Le poids des deux derniers précipités est à-peu-près dans le rapport des proportions du sulfate de chaux, et indique, dans la totalité de la dissolution, environ 0,045 grammes de ce sel, sans présence d'autre sulfate. Le poids de l'hydrochlorate de soude, dans cette dissolution, se trouve donc réduit à 8,950 grammes.

g. Le résidu *d* a été mis à digérer avec de l'eau distillée et lavé à plusieurs reprises; étant desséché, il s'est trouvé réduit à 0,225 grammes. La solution était précipitée par le suroxalate de potasse et par l'hydrochlorate de baryte : elle avait donc enlevé encore 0,060 grammes de sulfate de chaux.

h. Le résidu *g* avait l'apparence d'une terre d'un gris bleuâtre, et se séchait sans se fendiller. On y a versé de l'acide nitrique faible, qui en a dissous une partie avec effervescence; la solution neutralisée était précipitée par le suroxalate de potasse. Le résidu présentait tous les caractères de l'argile. La partie de cet échantillon qui était insoluble dans l'eau était donc une terre marneuse qui lui donnait sa nuance grisâtre.

D'après cette analyse, les parties constituantes de cet échantillon sont, pour 10 grammes :

	grammes.
Hydrochlorate de soude 0,615 gram. (*b*) + 8,950 (*f*)	9,565
Sulfate de chaux 0,045 (*f*) + 0,060 (*g*) = ...	0,105
Terre marneuse (*h*)........................	0,225
Hydrochlorate de chaux (*c*), une trace.	
Perte......................................	0,105
	10,000

S'il était reconnu que la présence du sulfate de chaux est ici accidentelle, et que cette substance y avait été

portée par l'action de la sonde, ainsi que la terre marneuse, cette mine présenterait le sel marin presque parfaitement pur.

L'examen que j'ai fait des veines rougeâtres qui se rencontrent dans plusieurs échantillons m'a présenté le sulfate de chaux mêlé à une petite quantité d'hydrochlorate de soude.

Les cristaux cubiques qu'on y aperçoit assez fréquemment sont de l'hydrochlorate de soude pur.

Il m'a paru intéressant de comparer la nature des sels que tiennent en dissolution les eaux des salines voisines avec celui de cette mine, ainsi que ce dernier avec le sel des salines, tel qu'on le livre à la consommation. Je vais donc présenter ici le résultat de l'analyse que j'ai faite, il y a plusieurs années, de l'eau du puits salé de Château-Salins. Je donnerai ensuite le résultat de l'examen que je viens de faire du sel qui est livré au commerce par la même saline.

L'analyse de l'eau de Château-Salins a déjà été insérée avec beaucoup de détail, dans un Mémoire que j'ai fait imprimer en 1810, sous le titre d'*Essai sur l'analyse des eaux naturelles par les réactifs*. Quoique ce petit ouvrage n'ait eu que très-peu de publicité, par l'effet de circonstances particulières, je me contenterai de dire ici que cette méthode d'analyse consiste à déterminer, par le poids seul des précipités obtenus par les réactifs dans des volumes égaux de la même eau, la quantité des acides et des bases qui constituent les sels qu'elle tient en dissolution, et cela sans opérer aucune concentration de l'eau qu'on a à examiner, quand même elle ne contiendrait que des atomes des sels qu'on recherche. Toutes les

fois que les eaux ne contiennent que des sulfates, carbonates, hydrochlorates de soude, de chaux, de magnésie et d'oxide de fer, ainsi que de l'acide carbonique, ce qui est le cas pour les quatre-vingt-dix-neuf centièmes des eaux naturelles, cette méthode très-simple, d'un emploi très-facile et très-prompt, offre le moyen de reconnaître la présence de toutes ces substances, et d'en déterminer la quantité avec une précision qu'on ne peut atteindre par aucun autre moyen qui me soit connu.

J'ai trouvé, par les réactifs, que l'eau du puits salé de Château-Salins contient, par kilogramme :

Hydrochlorate de soude.	132,17 grammes.
Hydrochlorate de magnésie.	4,61
Sulfate de chaux.	5,63
Sulfate de magnésie.	3,99
Carbonate de chaux.	0,25
Une quantité d'acide carbonique qu'on n'a pas cherché à déterminer.	
	146,65.

Le sulfate de chaux est proportionnellement beaucoup plus abondant ici que dans le sel gemme, en supposant même que, dans ce dernier, tout celui que j'ai trouvé se rencontre dans la couche de sel, et qu'aucune partie n'y a été mêlée par l'opération du sondage. Cette eau tient même en dissolution une beaucoup plus grande quantité de ce sel que ne pourrait en dissoudre de l'eau pure. Ce fait ne doit pas étonner ; car le sulfate de chaux étant très-commun dans le sol des environs, et ce sel se dissolvant avec une grande facilité et en grande proportion

dans l'eau chargée d'hydrochlorate de soude, il suffit, pour l'expliquer, de supposer que l'eau salée traverse des bancs de sulfate de chaux. La présence du sulfate de magnésie dans cette eau n'est pas plus étonnante; car tous les échantillons de sulfate de chaux provenant de ces cantons, que j'ai analysés, contenaient des quantités notables de sulfate de magnésie, et ce sel étant plus soluble que le sulfate de chaux, l'eau doit s'en charger dans une grande proportion. La présence du carbonate de chaux y est aussi toute naturelle; mais celle de l'hydrochlorate de magnésie n'est pas aussi facile à expliquer; cependant elle n'y est pas douteuse.

La plus grande partie des substances étrangères au sel marin en est séparée dans les opérations auxquelles l'eau salée est soumise dans les salines. En effet, on va voir que le sel qu'elles mettent dans le commerce est très-pur, en comparaison du résidu de l'évaporation de l'eau qui les alimente.

La marche que j'ai suivie, dans l'analyse du sel de Château-Salins, est entièrement la même que celle que j'avais suivie pour l'analyse du sel gemme, et dont j'ai donné plus haut le détail. Je me contenterai donc d'en présenter le résulat.

10 grammes de ce sel se sont trouvé composés de :

Hydrochlorate de soude.	9,705 grammes.
Hydrochlorate de magnésie. . .	0,045
Sulfate de chaux	0,150
Sulfate de magnésie, une trace.	»
Perte	0,100
	10,000.

On voit que si, dans l'analyse du sel gemme, on fait abstraction de la petite quantité de matières terreuses qui s'y rencontre, et qu'on ne peut encore considérer avec certitude comme existant dans la mine, ce sel est plus pur que celui qui est le résultat des opérations des salines.

Procédé *pour reconnaître la falsification de l'huile d'olive par celle de graines.*

(Extrait d'une Instruction publiée par M. Poutet, pharmacien à Marseille, d'après le vœu de S. E. le Ministre de l'Intérieur et du Comité consultatif des Arts et Manufactures.)

Ce procédé est fondé sur la propriété qu'a le per-nitrate acide de mercure de congeler et de solidifier, après quelques heures, l'huile d'olive, lorsqu'il a été mélangé avec cette substance; tandis qu'il laisse presque entièrement liquides les huiles de graines, qu'il colore en jaune orange, et dans lesquelles il ne détermine la formation que d'un précipité plus ou moins abondant, suivant les quantités d'huile de graine employées dans le mélange; précipité qui n'a jamais la dureté de celui qu'on obtient avec l'huile d'olive.

On prépare le per-nitrate acide de mercure en faisant dissoudre à froid six parties de mercure dans sept parties et demie d'acide nitrique à 38° environ de l'aréomètre de Baumé. La dissolution saline reste fluide par l'excès d'acide qui s'oppose à sa cristallisation.

En mêlant 8 grammes (2 gros) de ce réactif avec 92 grammes (3 onces) d'huile d'olive pure, et en agitant de temps en temps, tout le mélange se congèle, après quelques heures, en une masse jaunâtre recouverte d'une couche blanche, et le lendemain il est solide.

L'huile d'œillette pure, traitée de la même manière, conserve sa liquidité, et devient d'une couleur jaune orange : le dépôt qui s'y forme est peu abondant et d'une couleur jaune-verdâtre.

Un mélange d'huile d'olive avec un vingtième d'huile d'œillette se congèle bien par le nitrate de mercure après quelques heures ; mais la masse est beaucoup moins dure que celle obtenue avec l'huile d'olive pure.

Quand l'huile d'olive contient un dixième d'huile d'œillette, le mélange se congèle en une matière jaunâtre qui n'a plus que la consistance des huiles figées ou du miel. En ajoutant à l'huile d'olive de plus grandes quantités d'huile d'œillette, une partie reste toujours liquide, transparente, et le dépôt qui s'y forme est d'autant moins abondant que les proportions de l'huile d'œillette sont plus grandes.

Mais la consistance que le nitrate de mercure donne à l'huile d'olive pure ou mélangée étant un caractère peu précis, puisqu'elle peut varier facilement et qu'elle n'est point susceptible de mesure, il est nécessaire d'opérer toujours dans les mêmes circonstances. Ainsi, la chaleur retarde la congélation et la rend moins abondante ; le froid, au contraire, la favorise. Il en est de même de l'agitation, qui, multipliant les points de contact entre l'huile et le nitrate de mercure, accélère leur action

réciproque selon qu'elle est lente ou rapide. Pour éviter l'influence de la chaleur si variable avec les saisons, et souvent d'un jour à l'autre, il convient de placer les mélanges dans les caves, dont on sait que la température est sensiblement constante pour chaque lieu dans tout le courant de l'année. Quant à l'agitation du mélange, et au temps qui doit s'écouler avant d'observer son apparence, chacun peut se faire une règle; mais il faudra ne plus s'en écarter dans tous les essais comparatifs que l'on fera.

M. Poutet prescrit d'agiter le mélange de nitrate de mercure et d'huile, renfermé dans une fiole, de dix minutes en dix minutes, en secouant fortement le liquide; on continue d'agiter par intervalles, jusqu'à ce qu'il se soit écoulé deux heures du moment du mélange à celui où on l'abandonne. Si l'huile d'olive est pure, elle se congèle dans trois à quatre heures en hiver, et dans six à sept en été. Durant le temps de l'agitation, les stries qui se forment aux parois de la fiole se détachent par le mouvement. De l'état de congélation analogue à celle du beurre mou, la matière passe le lendemain à l'état de concrétion. La masse concrétée acquiert ensuite une couleur plus blanche qui se manifeste totalement dans les huiles de Canée et de Calabre, et partiellement dans celles de Provence. C'est à ces caractères qu'on reconnaît les huiles d'olive pures.

On s'assure que l'huile d'olive est impure et altérée par l'huile d'œillette, lorsque une demi-heure après qu'on a commencé à secouer la fiole, les stries qui se forment sur les parois restent attachées malgré l'agitation, et que le fluide est presque transparent; enfin, lorsque six à

sept heures après son mélange avec le nitrate de mercure, l'huile n'est pas congelée, et que la congélation retardée est ensuite nulle ou partielle. Un quart, un tiers, une moitié d'huile surnageante se présente aux surfaces d'un corps grenu, opaque, en consistance de bouillie épaisse. Un mélange d'un tiers d'huile d'œillette et de deux tiers d'huile d'olive reste en grande partie fluide et diaphane; des concrétions résiniformes occupent le fond de la fiole.

La couleur qui se manifeste dans les huiles falsifiées est plus jaunâtre que celle de l'huile pure après l'opération. L'intensité de la couleur se manifeste plus fortement dans les mélanges d'huile de colza que dans ceux d'huile d'œillette. Par la présence de l'une ou de l'autre de ces huiles de graine, les mélanges huileux se colorent davantage en jaune brunâtre, à mesure qu'on les conserve plus long-temps. Parties égales d'huile d'olive et d'huile de colza prennent une couleur d'un beau jaune orangé, et ne présentent que la moitié de leur volume à l'état de congélation. Plusieurs autres nitrates concrètent les huiles comme le nitrate de mercure; mais ce dernier mérite la préférence.

M. Poutet donne, dans un tableau, les résultats des expériences qu'il a faites sur divers mélanges d'huiles; mais nous croyons pouvoir nous dispenser de les rapporter, par la raison qu'ils ne peuvent rigoureusement servir de termes de comparaison pour des essais faits avec d'autres huiles et dans d'autres circonstances. Le procédé est bon, ou au moins le meilleur que l'on connaisse jusqu'à présent, et nous nous empressons de l'accueillir et d'en recommander l'usage; mais nous espé-

rons qu'on ne tardera pas à lui donner plus de précision. Au lieu de fioles, dans lesquelles on juge très-mal du rapport de l'huile concrétée à celle qui reste liquide, il conviendrait d'employer des tubes gradués : des centièmes d'huiles de graines pourraient alors devenir appréciables. Dans tous les cas, celui qui fera usage de ce procédé d'approximation devra porter la plus grande attention à rendre identiques toutes les circonstances qui peuvent faire varier le résultat des essais ; et s'il s'agissait de porter un jugement qui dût faire autorité en justice, on ne devrait jamais manquer de faire des essais comparatifs avec des mélanges connus, et surtout de répéter les épreuves avec les huiles et les proportions reconnues par l'analyse.

NOTE *relative à quelques observations sur les sels cuivreux, où l'on fait connaître une nouvelle variété de carbonate de cuivre artificiel qui a son analogue dans la nature.*

Par MM. COLIN et TAILLEFERT.

EN nous occupant des préparations du cuivre, nous avons eu l'occasion, M. le capitaine Taillefert et moi, de faire quelques observations sur les carbonates de ce métal. On sait qu'en précipitant par un sous-carbonate soluble les dissolutions bleues des sels de cuivre, on obtient un sous-carbonate insoluble d'un bleu faible ; et M. Chenevix a fait voir que ce précipité était dissous par

un excès du corps précipitant. Il se forme, dans ce cas, un sel double dont la dissolution est bleue, et qui est susceptible de cristalliser : la couleur des cristaux est la même que celle de la dissolution. M. Thomson a rapporté, et le fait est constant, que si, au lieu d'opérer à froid, comme il vient d'être dit, on mélangeait les dissolutions bouillantes, le précipité de carbonate de cuivre était alors d'un vert-pomme, inaltérable aux rayons solaires auxquels on pouvait le sécher. Il en est, au reste, de même du carbonate bleuâtre, d'après l'expérience que nous en avons.

Enfin, si, comme nous l'avons fait, on prend un quelconque des sous-carbonates de cuivre dont nous venons de parler, et qu'on le fasse bouillir quelques instans avec l'eau même la plus pure, il brunira et finira par devenir complètement brun. Il était difficile d'admettre que le carbonate en expérience eût été réduit à sa base à une température aussi faible; il n'était même pas admissible qu'il eût ainsi perdu une portion quelconque d'acide carbonique, et nous fûmes conduits naturellement à penser qu'il fallait attribuer à son eau de composition le changement qu'il venait d'éprouver. Nous nous assurâmes d'abord, par une expérience directe, qu'il ne s'effectuait point de dégagement d'acide carbonique; nous mîmes en conséquence du carbonate bleuâtre dans une petite fiole à médecine; nous le recouvrîmes d'eau bouillie; puis, ayant adapté à la fiole un tube recourbé, nous engageâmes celui-ci sous une éprouvette remplie de mercure, et nous chauffâmes; mais il ne se dégagea que de l'air provenant des vaisseaux. Nous essayâmes ensuite par les acides notre car-

bonate devenu brun, et il fit encore effervescence : il avait donc conservé son acide carbonique tout entier.

Nous prîmes du carbonate bleuâtre; il fut introduit dans un tube de verre hermétiquement scellé à l'une de ses extrémités; nous le chauffâmes légèrement en l'agitant pour que le tout reçût également l'impression de la chaleur; il se dégagea de l'eau, et le carbonate tourna au vert. Cette eau fut enlevée de la paroi du tube où elle s'était condensée; l'expérience fut continuée : il se dégagea encore de la vapeur aqueuse; le carbonate devint brun, et faisait toujours effervescence avec les acides.

On voit donc, par ce qui vient d'être dit, que ces carbonates diffèrent seulement par leurs quantités d'eau respectives, et que le carbonate brun est le seul qui n'en cède pas. Ainsi que dans la nature, le bleuâtre est plus hydraté que le vert, et le brun ne contient point d'eau. Depuis que nous avons observé ces faits, nous avons eu la satisfaction de lire, dans la traduction récente du deuxième *Traité de Chimie* de Thomson, que cet habile chimiste avait analysé, en 1813, un minéral venu de l'Inde; que ce minéral était brun, et qu'enfin c'était un carbonate anhydre de cuivre et de fer. Ainsi, les carbonates de cuivre naturels, le bleu, le vert et le brun, peuvent aussi être aisément obtenus par l'art. Celui qui est anhydre, et que nous avons préparé, doit évidemment être regardé comme le type de celui de la nature, puisqu'il est exempt de toute impureté. Sa couleur nous a semblé si franche et si solide que nous en avons remis un échantillon à M. Devosges, directeur de l'Ecole de peinture à Dijon, en le priant de s'assurer s'il était propre à la peinture à l'huile.

C'est un fait curieux, ce nous semble, qu'un sel insoluble devenant anhydre au milieu d'une énorme quantité d'eau. Les faits qui précèdent ne nous permettent point de le révoquer en doute : on sait d'ailleurs que quelques hydrates ne résistent pas à la température de l'eau bouillante : le deutoxide de cuivre hydraté est dans ce cas (1).

Les résultats que nous venions d'obtenir nous engagèrent à persister dans l'examen des carbonates cuivreux, et nous nous proposâmes d'examiner s'il existait un proto-carbonate de cuivre. Nous fîmes dissoudre en conséquence du deutoxide de ce métal dans l'acide hydrochlorique, puis nous y introduisîmes de nombreux fils de cuivre roulés en hélices : le flacon était rempli à-peu-près complètement; il fut parfaitement bouché, et, pour plus de sécurité, son col plongeait dans l'eau. Nous agitâmes de temps à autre; la liqueur fut bientôt brune et opaque, et, au bout d'un jour ou deux, elle devint blanche et bien transparente. Elle précipitait par l'eau froide en blanc, en orangé par l'eau chaude, etc.; c'était enfin bien évidemment du proto-chlorure de cuivre. Comment se fait-il donc que la couleur brune soit celle que l'on désigne dans tous les cours et dans tous les ouvrages comme appartenant à cette dissolution? Il est évident pour nous que cela tient à la présence d'une certaine quantité de deutoxide. Le fait suivant nous le démontre : si l'on prend du deutoxide de cuivre préparé avec les soins convenables, en calcinant le nitrate cui-

---

(1) *Thenard*, vol. II, p. 99.

vreux, qu'on le dissolve en abondance dans l'acide hydrochlorique pur et bien concentré, qu'on laisse déposer, qu'on décante, et l'on obtiendra une dissolution brune, opaque, qu'on n'hésitera pas à regarder comme du protochlorure si l'on n'a pas assisté à l'expérience, et si l'on en juge par l'aspect; mais si l'on vient à ajouter un peu d'eau à cette dissolution, elle prendra de la limpidité et deviendra sur-le-champ du plus beau vert d'émeraude. La liqueur brune et opaque dont nous parlions n'est donc évidemment qu'un deuto-chlorure ne contenant point assez d'eau pour paraître avec sa couleur ordinaire.

Le deuto-chlorure de cuivre n'est pas la seule combinaison que ce métal décolore : que l'on prenne l'ammoniure bleu de celui-ci, qu'on le verse dans un flacon à-peu-près rempli de copeaux de ce métal, qu'on le bouche soigneusement, qu'on l'agite de temps en temps, et sous peu la liqueur deviendra tout-à-fait incolore, comme si l'on eût fait digérer l'ammoniaque, à l'abri du contact de l'air, sur du cuivre métallique. L'expérience est assez prompte pour être répétée dans une leçon : aussi peut-on prolonger ce jeu en agitant avec l'air la liqueur décolorée; elle repassera au bleu, et l'on pourra la blanchir de nouveau, ainsi que nous venons de le dire.

Nous revenons à notre proto-carbonate. Le protochlorure de cuivre ayant été préparé avec les attentions que nous avons décrites, fut précipité par le sous-carbonate de soude bien pur. Pour éviter tout accès de la part de l'air, nous emplîmes une grande jarre de gaz acide carbonique, nous y plaçâmes un col droit conte-

nant une dissolution de sous-carbonate de soude récemment bouillie, puis nous y fîmes passer le flacon de protochlorure encore bouché. Nous le débouchâmes seulement alors, puis nous versâmes peu à peu la liqueur dans notre sous-carbonate; il y eut beaucoup d'effervescence parce que notre sel de cuivre était très-acide, et il se fit un précipité orangé abondant que nous jetâmes sur un filtre après nous être assurés que nous avions mis le sous-carbonate de soude en excès. Le précipité orangé fut lavé avec de l'eau tenue quelque temps en ébullition et encore bouillante. Les eaux de lavage laissèrent précipiter par le refroidissement une petite quantité d'une matière qui paraissait blanchâtre, mais qui, réunie, lavée et séchée, était de couleur merde-d'oie. Nous ne l'avons point examinée, nous en avions trop peu : nous sommes disposés à croire que c'est un sel double résultant de la combinaison du corps précipitant avec le proto-carbonate de cuivre. Quand enfin les eaux de lavage ne laissèrent plus rien déposer en se refroidissant, nous regardâmes le corps orangé qui était sur le filtre comme étant assez lavé. Il nous parut indifférent qu'il fût séché à l'ombre ou à la lumière. Nous l'essayâmes tandis qu'il était encore frais : il fit effervescence avec les acides à la manière des carbonates; l'acide sulfurique en isola du cuivre métallique, et donna une dissolution bleue, comme il aurait fait avec le protoxide; l'acide hydrochlorique le dissolvit; il en résulta une liqueur brune qui précipitait en blanc par l'eau, etc.; en sorte que nous regardons comme avérée l'existence du proto-carbonate de cuivre.

Nous en conservâmes dans un tube scellé hermé-

tiquement par les deux bouts, et nous en plaçâmes aussi dans un flacon bouché avec du liége : celui du flacon, au bout d'un mois ou deux, avait changé de couleur; il avait bruni, en attirant sans doute l'oxigène de l'air; mais pour celui du tube fermé à la lampe, il n'avait pas bougé, quoiqu'on n'eût rien fait pour le soustraire à l'action de la lumière.

Ainsi, en résumé, la température de l'eau bouillante suffit pour rendre anhydre un deutocarbonate de cuivre quelconque; il en résulte un corps brun qui nous semble propre à la peinture, et dont l'analogue existe dans la nature; les deutocarbonates artificiels, bleu et vert, ne diffèrent en effet que par une certaine quantité d'eau; enfin, il existe un proto-carbonate cuivreux dont la couleur se rapproche de celle du protoxide.

Le protochlorure de cuivre est blanc et transparent quand sa dissolution est bien dépouillée de deutoxide; le cuivre en copeaux suffit pour remplir ce but; on peut décolorer par le même moyen le bel ammoniure bleu de ce métal. La couleur brune des chlorures de cuivre appartient manifestement à la présence du deutoxide, elle indique un manque d'eau, et, en effet, un peu de ce liquide fait passer au vert-émeraude les dissolutions brunes du deutochlorure de cuivre.

Sur *une Méthode proposée par Sir* William Congrève, *pour réduire de moitié la consommation du combustible dans la plupart des opérations des arts.*

Sir William Congrève, l'un des aides-de-camp du Prince Régent d'Angleterre, vient de prendre un brevet d'invention pour une méthode à l'aide de laquelle on peut, suivant lui, réduire de moitié la quantité de combustible nécessaire pour produire un effet calorifique déterminé. Cette méthode, extrêmement simple, a été décrite, par l'auteur, dans une brochure qui vient de nous être communiquée et dont nous allons présenter un extrait.

« Mon invention, dit Sir William, consiste dans » l'emploi de la chaux, de la pierre à chaux, et de *toute* » *autre substance quelconque* susceptible d'être con- » vertie en chaux par l'action de la chaleur, comme un » auxiliaire du combustible dont on se sert, soit pour » dégager le gaz du charbon, dans les appareils d'éclai- » rage; soit pour chauffer les chaudières des pompes à » feu, des brasseries, des distilleries, des raffineries et » toute espèce de fourneaux.

» Pour obtenir cet effet auxiliaire, il faut se servir » du combustible de la manière accoutumée, et appli- » quer en outre la chaleur à la calcination d'une cer- » taine quantité de chaux, de pierre à chaux ou de toute » autre substance calcaire. »

Dans tous les appareils décrits par M. Congrève, on aperçoit, 1° un fourneau ordinaire destiné à recevoir le

charbon de terre, la tourbe ou le bois; et 2° une chambre placée immédiatement au-dessus et séparée de la précédente par une grille qui supporte la pierre à chaux : c'est dans cette dernière chambre que se trouve la paroi inférieure du récipient ou de la chaudière qui renferme la substance qu'on veut échauffer.

Dans une expérience faite à Woolwich, le 15 décembre 1818, trente gallons d'eau contenus dans une petite chaudière furent évaporés en sept heures, à l'aide d'un boisseau (*bushel*) de charbon de terre, pesant 84 livres, et dont la chaleur servait à calciner en même temps un boisseau et demi de chaux renfermé dans un four de fer situé dans la chaudière.

Trente-quatre gallons d'eau, placés dans la même chaudière, *exigèrent* pour leur évaporation, d'abord sept heures, comme dans l'expérience précédente, et de plus un boisseau et demi ou 126 livres de charbon.

« Ainsi, il semble qu'un demi-boisseau de charbon » donne, avec la chaux, à très-peu près la même quan- » tité de vapeur qu'*un boisseau et demi* brûlé sans » chaux. »

Il résulte d'une expérience faite par John Perks, ingénieur de la Compagnie d'éclairage pour la cité de Londres, que sept retortes construites sur les principes de Sir William Congrève et entourées de pierre à chaux, comparées à cinq des meilleures retortes connues jusqu'ici, exigèrent, en une semaine, 24 boisseaux de coke de moins que ces dernières sur un total de 126 boisseaux, et distillèrent cependant 58 boisseaux de charbon en plus sur 145. Durant cette opération, on calcina 68 boisseaux de pierre à chaux, qui donnèrent 58 boisseaux de

chaux proprement dite ; cette chaux était extraite toutes les vingt-quatre heures ; mais rien n'empêche qu'on l'y laisse plus long-temps : un mois, par exemple.

On voit, par ces détails, combien le nouveau procédé serait avantageux, alors même qu'on voudrait ne tenir aucun compte de la valeur de la chaux produite.

M. Congrève dit avoir reconnu, par expérience, qu'il suffit d'employer une quantité de chaux égale au *septième* du poids du charbon pour *doubler* l'effet calorifique de ce dernier ; et s'il faut l'en croire, ce ne serait pas encore là le seul profit qu'on tirerait de sa nouvelle découverte ; car il annonce que les deux tiers de la fumée du charbon sont consumés dans leur passage au travers de la chaux : en sorte qu'au total, la fumée qui s'échappe par la cheminée se trouvera réduite au sixième de ce qu'elle est maintenant. Cet avantage ne sera certainement pas dédaigné par les habitans de Londres.

La brochure est terminée par une table des sommes d'argent que l'auteur demande, comme conséquence du brevet qu'il vient de prendre, aux personnes qui voudront profiter de sa nouvelle invention. Ainsi, on donnera 10 livres sterling pour une pompe à feu de la force de dix chevaux ; 50 pour une pompe cinq fois plus puissante, et ainsi de suite ; on paiera de plus une rente annuelle de 5 shellings par cheval : les établissemens d'éclairage, les brasseurs, les distillateurs, etc. ont aussi chacun leur tarif particulier. Ceux qui savent combien les établissemens de ce genre sont multipliés en Angleterre pourront juger de l'immense fortune que va faire Sir William Congrève. Nous desirons seulement, dans

son intérêt, qu'il ait évité, cette fois, l'exagération dont n'étaient pas exemptes la plupart des *nombreuses* annonces de ce genre qu'il avait faites jusqu'ici.

SUR *les Neiges rouges.*

LA neige rouge que le capitaine Ross a recueillie dans la baie de Baffin ayant fixé récemment l'attention des physiciens et des naturalistes, nous allons faire connaître, dans cet article, les principaux résultats auxquels ils sont arrivés.

Nous ferons d'abord remarquer que le phénomène en question n'est pas aussi rare que l'ont imaginé les officiers de l'expédition anglaise. Saussure en fait déjà mention dans son excellent *Voyage dans les Alpes :* « Lorsque je montai pour la première fois sur le Brevern, » en 1760, dit ce savant physicien, ses pentes étaient » couvertes de neige en différens endroits. Je fus très- » étonné de voir leur surface teinte, par places, d'un » rouge extrêmement vif. Cette couleur avait la plus » grande vivacité dans le milieu des espaces, dont le » centre était plus abaissé que les bords, ou au concours » de divers plans inclinés couverts de neige. Quand » j'examinais de près cette neige rouge, je voyais que » sa couleur dépendait d'une poudre fine mêlée avec » elle, et qui pénétrait jusqu'à deux ou trois pouces de » profondeur, mais pas plus avant. Cette poudre ne pa- » raissait point être descendue ou coulée du haut de la » montagne, puisqu'on en trouvait dans des endroits

» séparés, et même éloignés des rochers : elle ne sem-
» blait pas non plus avoir été jetée par les vents, puis-
» qu'on ne la voyait pas semée par jets : on aurait dit
» qu'elle était une production de la neige même, un
» résidu de sa fonte qui restait attaché à sa surface,
» comme sur un tamis, lorsque les eaux produites par
» sa liquéfaction la pénétraient et descendaient plus bas;
» et ce qui suggérait d'abord cette opinion, c'est que
» l'on voyait cette couleur, extrêmement faible sur les
» bords des espaces concaves, devenir par gradation
» plus vive en approchant des fonds où l'écoulement
» des eaux avait entraîné une plus grande quantité de
» résidu.....

» Ce n'est pas sur le Brevern seul que j'ai vu cette
» neige rouge, j'en ai trouvé sur toutes les hautes mon-
» tagnes, au moins dans la même saison et dans des po-
» sitions semblables (1). Il y en avait beaucoup sur le
» Saint-Bernard lorsque j'y fus en 1778... » Saussure
dit ailleurs, tome IV, p. 205, édition in-4°, que « la
» neige rouge ne se voit nulle part à une hauteur supé-
» rieure à 1440 toises au-dessus du niveau de la mer. »

La poudre qui colorait la neige en rouge avait une pesanteur spécifique supérieure à celle de l'eau; essayée au chalumeau, elle s'y enflammait en répandant une odeur d'herbe brûlée : quelques autres essais conduisirent le savant voyageur de Genève à penser que cette poudre est une matière végétale et vraisemblablement une poussière d'étamines. « Il est vrai, ajoute-t-il, que

---

(1) M. Ramond en a trouvé également sur les Pyrénées.

» je ne connais aucune plante de la Suisse dont les fleurs
» donnent une poussière rouge, et qui soit assez abon-
» dante pour correspondre à l'universalité de cette pous-
» sière sur les neiges des Hautes-Alpes, surtout si l'on
» considère la quantité qui doit s'en perdre avant d'y
» parvenir. »

La neige rouge que le capitaine Ross a rapportée en Angleterre fut recueillie le 17 août 1818, par 76°.25′ de latitude nord, et 65° de longitude O (comptée de Greenwich) près de la mer, sur la pente d'une colline haute d'environ 200 mètres, et qui s'étendait parallèlement au rivage dans un espace de près de huit milles. La partie la plus élevée de cette colline, entièrement dépouillée de neige, se faisait remarquer par une végétation dans laquelle on crut apercevoir des teintes de vert tirant sur le jaune et de brun rougeâtre; dans le lointain, on voyait de hautes montagnes; mais les neiges dont celles-ci étaient recouvertes n'offraient aucune trace de couleur. Ajoutons cependant que, dans quelques parties, on aperçut de la neige rouge à plus de six milles du rivage de la mer, et que la substance colorante, au dire du capitaine Ross, avait pénétré jusqu'à la profondeur de 10 ou 12 pieds.

Une certaine quantité de cette neige ayant été enfermée, sur les lieux, dans des bouteilles, le Dr Wollaston a pu, au retour de l'expédition, examiner attentivement la matière colorante. Ce qui suit est la traduction littérale de la note que ce savant chimiste a remise au capitaine Ross.

« Je crains qu'il ne nous soit pas possible d'avoir une
» opinion bien arrêtée sur la véritable origine de la

» substance à laquelle la neige doit sa teinte rouge, » faute d'une connaissance suffisante des productions » naturelles des régions où cette neige se trouve ; mais » en pesant toutes les circonstances, je suis fortement » porté à penser que la substance en question est végé- » tale. La matière rouge se compose de petits globules » dont les diamètres sont compris entre $\frac{1}{1000}$ et $\frac{1}{3000}$ de » pouce ; je crois que les enveloppes des globules n'ont » aucune couleur propre, et que la substance qu'elles » renferment est seule rouge : celle-ci paraît être d'une » nature huileuse, et ne point se dissoudre dans l'eau ; » elle est, au contraire, soluble dans l'esprit-de-vin rec- » tifié. Ces globules, examinés avec un pouvoir ampli- » fiant considérable et dans une lumière suffisamment » vive, présentent, dans leur intérieur, huit ou neuf » compartimens ou cellules ; séchés à la chaleur de l'eau » bouillante, ils ne perdent point leur couleur. Par la » distillation destructive (*by destructive distillation*), » ils cèdent une huile fétide et de l'ammoniaque ; ce » qui pourrait faire croire qu'ils sont d'une nature ani- » male ; mais cette conclusion serait hasardée, puisque » les graines de diverses plantes fournissent le même » produit, et que les feuilles des fucus donnent aussi » de l'ammoniaque pendant leur distillation. J'ai trouvé, » avec la matière colorante, une petite portion d'une » substance cellulaire à la surface de laquelle les glo- » bules adhéraient, et qui même en renfermait dans » son intérieur. Cette substance, qui doit avoir la même » origine que les globules, paraît, d'après la manière » dont elle brûle, être décidément de nature végétale ; » car je ne connais aucune substance animale qui se

» consume aussi rapidement et fournisse des cendres
» blanches, lorsqu'elle est seulement chauffée jusqu'au
» rouge.

» La première idée qui me vint à l'esprit relativement
» à la nature des globules, fut qu'ils pouvaient être des
» œufs d'une très-petite espèce de *shrimp* (1), fort abon-
» dante, comme on sait, dans ces mers. Je supposais
» que ces œufs étaient dévorés par les myriades d'oi-
» seaux de mer qu'on rencontre dans les mêmes pa-
» rages, et évacués ensuite avec leurs excrémens. Mais
» s'il en était ainsi, les œufs ne se trouveraient pas seu-
» lement accompagnés de substances végétales ou ren-
» fermés dans leur intérieur : ils seraient quelquefois
» mêlés, sans aucun doute, avec les matières dont se
» composent les excrémens des oiseaux.

» Si les globules venaient de la mer, il n'y aurait au-
» cune limite à la quantité qu'un vent violent et con-
» tinu pourrait en transporter sur la terre; aucune li-
» mite non plus aux périodes pendant lesquelles ils
» auraient pu s'accumuler, puisqu'ils se seraient tou-
» jours conservés d'année en année, sans éprouver au-
» cune diminution ni par l'évaporation ni par la fonte
» des neiges.

» Je regrette, dit M. Wollaston en terminant sa note,
» que le petit nombre de renseignemens que nous avons
» pu nous procurer ne permette pas d'arriver à des
» conclusions certaines; il faut espérer que d'autres

---

(1) Les Dictionnaires que j'ai consultés définissent ainsi le mot *shrimp* : *un très-petit poisson crustacé.*

» navigateurs trouveront l'occasion de recueillir de nou-
» veaux matériaux, et qu'on achèvera d'éclaircir ainsi
» ce curieux phénomène. »

Depuis la publication de l'ouvrage du capitaine Ross, M. de Candolle a présenté à l'Académie des Sciences un échantillon de l'eau provenant de la fonte de la neige rouge recueillie dans les régions polaires. Voici la note de M. de Candolle, qui accompagnait cette présentation :

« Cette eau, ainsi que la neige, est colorée en rouge foncé par une matière qui a été jugée organique par tous ceux qui l'ont observée ; mais les physiciens et les naturalistes, quoique d'accord sur ce point, ont été fort incertains sur la nature spéciale de cette matière. Est-elle animale ou végétale ? Dans le premier cas, est-elle composée d'œufs de quelque espèce à déterminer, ou est-elle elle-même un amas d'animalcules ? Dans le second cas, appartient-elle à la famille des champignons ou à celle des algues ?

» La matière de la neige rouge des poles est composée de globules parfaitement sphériques qui n'ont souffert aucune altération sensible depuis onze mois qu'ils sont conservés dans de l'eau non salée et à une température fort supérieure à celle de leur station naturelle. Ces globules sont inégaux en dimension, à-peu-près, d'après M. Wollaston, de $\frac{1}{1000}$ à $\frac{1}{3000}$ de pouce ; les plus gros sont toujours rouges : parmi les petits, on en observe de rouges et de blancs ; ces derniers sont généralement les plus petits de tous et se présentent souvent collés avec les gros globules, de manière à imiter un pédicelle ; on aperçoit çà et là des lambeaux irréguliers d'une espèce de membrane qui semblerait

n'être qu'un amas de petits globules blancs. M. Wollaston a observé que lorsqu'on écrase entre deux verres plans des globules rouges, et qu'on les observe sous le microscope, la matière rouge sort, par la compression, hors de la vessie sous la forme d'une espèce d'huile non miscible à l'eau et de consistance un peu tenace; la vessie reste décolorée et paraît être d'une seule loge; les globules, dans leur intégrité, présentent un point lumineux que quelques-uns prennent pour une bulle d'air, mais qui paraît un simple effet d'optique.

» L'hypothèse qui regarde ces globules comme des animalcules est renversée, soit par la permanence extraordinaire de cette matière comparée à la fugacité des animaux infusoires, soit par la parfaite sphéricité des globules.

» L'opinion de ceux qui les prennent pour des œufs est fort affaiblie par la circonstance de l'inégalité de grosseur et de couleur des globules, circonstance qui prouve qu'ils ont un véritable accroissement.

» Ceux qui ont considéré ces globules comme des champignons les ont regardés comme analogues aux uredos et aux trichias; mais, dans cette hypothèse, il faut considérer la membrane comme permanente et de nature fibreuse, et les globules comme pédicellés; ce qui paraît peu conforme à l'observation; de plus, les globules ne sont jamais remplis de matière pulvérulente comme dans les genres précités. Enfin, la localité où l'on trouve cette matière et sa permanence dans l'eau écartent encore l'idée de la rapporter à la famille des champignons.

» M. de Candolle pense que l'opinion la plus vrai-

semblable est de considérer cette matière comme un amas de petites plantes appartenant à la famille des algues. Cette opinion a été proposée avec doute par M. Rob. Brown dans l'appendix placé à la fin du *Voyage* du capitaine Ross ; elle se fonde non-seulement sur les exclusions données aux autres hypothèses, mais encore sur l'analogie de la forme de ces globules avec plusieurs algues rangées aujourd'hui parmi les ulva et les rostochs ; sur l'analogie de station de cette matière qui vit sur ou dans la neige, comme les algues sur ou dans l'eau ; enfin, sur sa permanence, quoique long-temps plongée dans l'eau ; phénomène fréquent dans la famille des algues.

» Il sera curieux d'observer de nouveau la neige rouge des montagnes européennes, et de voir si elle présente quelque chose d'analogue à celle des poles, ou si peut-être plusieurs causes diverses ne concourent pas, dans différentes localités, à colorer en rouge les amas de neige permanens. »

Après avoir entendu les observations précédentes de M. de Candolle, M. Thenard a rapporté celles qui ont été faites dans son laboratoire, par M. Grouvelle, sur une matière provenant de la fonte de la neige rouge des poles, et qui avait été remise à M. Biot par M. Babbage, de la part du capitaine Sabine.

« Cette matière, renfermée dans un petit flacon bouché avec du liége, avait la consistance molle du miel. Sa couleur était d'un brun rouge, et son odeur désagréable, analogue à celle de certaines substances qui commencent à se putréfier. L'eau froide ou chaude ne la dissolvait pas sensiblement ; l'alcool bouillant en opérait, au con-

traire, la dissolution presqu'en totalité; il se colorait en rouge foncé, et laissait par l'évaporation un résidu de même couleur et de nature grasse.

» Enfin, soumise à l'action du feu dans une petite cornue de verre, la matière s'est décomposée; il en est résulté beaucoup d'huile brune sans trace sensible d'ammoniaque, de gaz, etc., et un charbon spongieux qui contenait une petite quantité de cendres.

» Faute de matière, les essais n'ont pas pu être plus nombreux : l'on peut cependant en conclure que la matière colorante est très-probablement de nature végétale et en même temps de nature grasse. »

M. Francis Bauer, le célèbre botaniste de Kew, a publié aussi de son côté, dans le *Journal de l'Institution royale*, une série d'observations microscopiques dont nous allons donner la traduction.

« Après que la bouteille (qui renfermait l'eau provenant de la fonte de la neige rouge) eut été laissée » en repos pendant dix-huit heures, je trouvai que son » contenu était de l'eau parfaitement limpide, et qu'il » s'était déposé au fond un sédiment dont l'épaisseur » n'égalait pas tout-à-fait un quart de pouce, et composé en apparence d'une poudre extrêmement fine avec » une teinte rouge sombre.

» Ayant débouché soigneusement la bouteille, de manière à ne pas l'agiter, je plongeai dans l'eau claire un » petit instrument d'ivoire, et je déposai une goutte de » ce liquide qui couvrait à peine la seizième partie d'un » pouce carré, sur un verre plan. En l'examinant ensuite avec un microscope, je vis que la goutte était d'eau » pure, et qu'il flottait seulement à sa surface quinze

» ou vingt globules sphériques de différentes grandeurs, » incolores et tout-à-fait transparens. L'expérience, re- » commencée à plusieurs reprises, offrit constamment » les mêmes apparences.

» J'agitai alors la bouteille, afin de mêler le sédiment » avec le liquide; le mélange ne tarda pas à se faire, et l'eau » acquit une teinte légèrement rougeâtre. J'en plaçai » une petite goutte sur le verre plan; le microscope » m'y fit apercevoir quelques centaines de globules de » diverses grandeurs; la plupart, presqu'entièrement » opaques, avaient une belle teinte de rouge obscur, et » tombaient bientôt au fond; les globules transparens » et incolores se maintenaient constamment à la surface » de l'eau.

» Ces globules ne me paraissaient pouvoir être com- » parés qu'au pollen de certaines plantes ou aux petits » champignons du genre *uredo*.

» Frappé de cette idée, j'examinai les objets avec » plus d'attention; j'employai de plus forts grossisse- » mens, et je découvris bientôt divers individus adhé- » rant encore à leurs pédicelles, comme je l'ai trouvé dans » un grand nombre d'espèces d'*uredo* : ce qui distingue » ces petits champignons du pollen de certaines plantes.

» Pendant que l'eau déposée sur le verre s'évapo- » rait, j'observai aussi cette substance glutineuse qui » sort toujours des champignons quand ils mûrissent, » et qui, à ce que je pense, contient leurs graines. » Après l'évaporation complète du liquide, les globules » étant eux-mêmes secs, s'attachèrent ensemble, préci- » sément comme le font diverses espèces d'*uredo*, et, » dans cet état, il aurait été à peine possible de les dis-

» tinguer, tant par leur forme que par leur couleur, de » l'*uredo fœtida*.

» Ayant séché une quantité suffisante de ces globules, » je les plaçai sur un fer chaud, et l'odeur de leur fumée » prouva aussi qu'ils sont une matière végétale.

» Je répétai les expériences précédentes avec une quan- » tité suffisante d'*uredo fœtida*, et les résultats furent » absolument les mêmes : les champignons mûrs et co- » lorés tombaient au fond du verre ou de la bouteille, » et formaient le même genre de sédiment ; les cham- » pignons encore verts et incolores flottaient à la sur- » face ; les uns et les autres séchés et placés ensuite sur » le fer chaud, donnaient une fumée dont l'odeur était » parfaitement analogue à celle de la fumée provenant » des globules rouges de la neige.

» Parvenu à ce point, dans mes recherches, j'énonçai » l'opinion que la substance qui colore la neige en rouge » n'est pas d'une nature animale, mais bien un cham- » pignon du genre *uredo*. Ceci eut lieu en mars dernier, » plusieurs semaines avant la publication de l'ouvrage » du capitaine Ross, et sans qu'il fût venu à ma con- » naissance que d'autres personnes s'étaient occupées de » cette recherche ; je ne l'ai même appris depuis que » par les Mémoires qui ont paru sur cet objet ; mais » alors j'avais déjà poussé mon travail beaucoup plus » loin, et découvert plusieurs nouveaux faits qui, du » reste, tendent tous à confirmer ma première opinion. » Dans l'origine, les champignons m'avaient paru dé- » tachés les uns des autres ; mais, le 14 mars, ayant » puisé de nouveau dans la bouteille une certaine quan- » tité de liquide, j'observai divers flocons d'une sub-

» stance blanche, analogue à de la gelée, et à laquelle » des champignons rouges, complètement développés, » paraissaient être adhérens. En portant cette substance » sous le microscope, je la reconnus pour des racines » cellulaires ou articulées, ou, si l'on veut, pour la » semence qui accompagne si communément la plupart » des espèces du genre *uredo*.

» Le 16 de mars, je puisai dans la bouteille une » quantité considérable d'eau colorée, et je la versai dans » un verre conique, afin d'obtenir plus de sédiment que » dans les expériences précédentes. Après que le verre » eut été en repos pendant vingt-quatre heures, je trou- » vai que, quoiqu'il se fût déposé une quantité considé- » rable de sédiment, les parois intérieures du verre, dans » toute la portion mouillée par l'eau, n'étaient recou- » vertes que d'une simple couche de champignons rouges. » Ceci se maintint sans changement jusqu'au quatrième » jour; mais ensuite, les champignons perdirent gra- » duellement leur couleur, et divers flocons de la sub- » stance semblable à de la gelée se montrèrent, çà et là, » sur la surface intérieure du verre. Enfin, sept jours » après le commencement de l'expérience, je trouvai » que les champignons avaient tout-à-fait perdu leur » couleur, et que la graine nouvellement formée s'était » considérablement accrue. En portant une petite por- » tion de cette substance sous le microscope, je vis que » le flocon de graine blanche avait précisément la même » apparence que ceux que j'avais primitivement trouvés » dans la bouteille, et qu'un grand nombre de très- » petits champignons incolores étaient adhérens à sa » surface.

» Quand une deuxième semaine se fut écoulée, j'exa-
» minai une autre portion de mon verre ; je trouvai que
» la quantité de graine blanche avait encore beaucoup
» augmenté, et, de plus, que la place que j'avais raclée
» pour enlever la partie dont je m'étais servi dans les
» expériences précédentes, était déjà recouverte par la
» graine récemment formée. Les nouveaux champignons
» avaient déjà atteint la grosseur des champignons mûrs ;
» mais ils étaient tout-à-fait sans couleur.

» Ayant examiné depuis, à différentes reprises, tout
» ce que mon verre renfermait, je n'y ai remarqué au-
» cun changement notable. La multiplication des nou-
» veaux champignons avait donc lieu durant environ
» trois semaines ; car, après ce temps, les places d'où
» j'enlevais une partie de la substance blanche ne se
» recouvraient pas, comme cela avait lieu à l'origine,
» et demeuraient toujours visibles ; les champignons, se
» réunissant en groupes plus considérables, se déta-
» chaient eux-mêmes du verre et tombaient au fond ;
» mais ils n'étaient pas rouges, quoiqu'ils eussent été
» exposés à l'air libre pendant dix jours et dix nuits. Il
» paraît donc évident que les nouveaux champignons
» n'arrivaient pas à une parfaite maturité, et que leur
» multiplication ne cessait qu'aussitôt que la graine pro-
» venant de la plante primitive était épuisée.

» Les premiers champignons rouges, aussi-bien que
» les champignons incolores nouvellement produits, de-
» viennent d'une couleur gris-sombre lorsqu'ils sont des-
» séchés ; mais si on écrase des champignons rouges sur
» la peau de la main ou sur celle de la figure, pendant
» qu'ils sont encore frais, ils lui communiquent la cou-

» leur du plus beau vermillon ou rouge de plomb; cette » couleur ne change ni de jour ni de nuit, jusqu'à ce » qu'on la lave avec une dissolution de savon dans l'eau.

» Les résultats de l'analyse chimique du Dr Wollaston, » tels qu'ils ont été insérés dans l'ouvrage du capitaine » Ross, coïncident, pour les points essentiels, avec ceux » obtenus par M. Tessier, dans les expériences qu'il a » faites sur l'*uredo fœtida* et l'*uredo segetum*. (Voyez » *Traité des Maladies des graines*, p. 225-235.) Il me » semble, d'après tous ces faits, que je puis dire, sans la » moindre hésitation, que la substance qui colore la » neige en rouge est une nouvelle espèce d'*uredo*, qui » sera, je pense, convenablement désignée par le nom » de *nivalis*.

» On ne peut pas douter que la nouvelle espèce » d'*uredo* végétait sur la neige quand on l'a découverte : » il paraît, en effet, impossible de supposer que la sub- » stance a été transportée par le vent ou de toute autre » manière, surtout quand on songe que les collines dont » les revers étaient colorés en rouge avaient, au rapport » du capitaine Ross, 600 pieds d'élévation et environ » 8 milles d'étendue. Ceux qui allèrent à terre, ajoute » le capitaine, trouvèrent en plusieurs endroits que la » substance colorante pénétrait la neige jusqu'au roc, » sur une profondeur de 10 ou 12 pieds, et que les » choses paraissaient avoir été dans cet état depuis long- » temps; mais on ne dit pas en combien de points on a » ainsi sondé la neige jusqu'à la profondeur de 10 ou » 12 pieds.

» Dans un Journal du même voyage, publié par un » officier de l'*Alexander*, on trouve, page 63, au sujet

» de la neige rouge, le passage suivant : « Cette sub-
» stance, quelle qu'elle soit, est très-abondante sur
» cette côte ; la neige en est couverte çà et là, dans une
» grande étendue. Elle est soluble dans l'eau, et lui
» donne une couleur rouge foncée ; mais après quel-
» ques instans de repos, elle tombe au fond du vase et
» laisse le liquide absolument sans couleur. Il est digne
» de remarque que cette matière, quelle qu'en puisse
» être la nature, *ne pénètre jamais dans la neige, si ce*
» *n'est à la profondeur de un ou deux pouces.* » Ceci
» paraît certainement très-probable ; mais il convient
» de laisser aux officiers dont les relations offrent ces
» différences le soin de les expliquer.

» M. Brown, dans une note très-succincte placée à la
» suite de l'ouvrage du capitaine Ross, énonce l'opinion
» que la plante à laquelle la neige doit sa couleur rouge
» est un *tremella*, et cite le *tremella cruenta* de la *Bo-*
» *tanique anglaise*, fig. 1800. Je n'ai pas eu l'occasion
» d'observer cette plante dans la nature ; mais si j'en
» juge par la figure et la description, je suis persuadé
» qu'elle est, non pas un *tremella*, mais un *uredo*. Les
» auteurs de la *Botanique anglaise* s'énoncent ainsi au
» sujet de cette plante : « Quand on l'examine avec le
» microscope, on reconnaît qu'elle est un amas de
» grains très-petits, transparens et de même diamètre. »
» La description se termine par ces mots : « Nous ne dou-
» tons pas, en attendant que de nouvelles observations
» aient été faites à ce sujet, que la plante ne doive
» prendre son rang comme un *tremella*. »

» Il est vrai que toutes les espèces d'*uredo* que j'ai jus-
» qu'à présent examinées, et que toutes celles dont Persoon

» a donné la description, sont des plantes parasites et » qui vivent sur d'autres végétaux ; mais il n'est pas dé» montré, je crois, qu'elles ne peuvent pas vivre autre» ment. J'ai du moins un exemple qui prouve que ces » mêmes plantes parasites croissent et se propagent » quelquefois sur d'autres corps que des plantes vivantes. » En effet, en 1807, pendant mes recherches sur les » maladies du blé, je mis quelques épis d'orge et d'a» voine infectés de *smut* (qui est l'*uredo segetum*) » dans du papier gris, comme échantillons. En les exa» minant trois ou quatre mois après, je trouvai que les » champignons avaient non-seulement dévoré en totalité » quelques épis, mais que de plus ils avaient continué » à croître et à se propager sur le papier, et qu'ils for» maient des rayons continus et distincts, de deux ou » trois pouces de longueur, et aboutissant aux diverses » proéminences des épis. La quantité des champignons » ainsi produits sur le papier était au moins trois fois » plus considérable que celle que les épis pouvaient » originairement en contenir : ces échantillons sont en» core en ma possession. Je ne doute point que l'*uredo* » *segetum*, aussi-bien que l'*uredo fœtida*, ne végètent » et ne se propagent de la même manière sur le sol. » On sait, en effet, que le blé le plus pur, quand il est » semé dans un champ qui, plusieurs années aupara» vant, était sujet à cette maladie, la gagne, alors même » que, dans l'intervalle, on n'y a cultivé ni froment ni » orge. Il n'est pas probable que ces champignons et » leurs graines soient restés inactifs dans le sol pendant » plusieurs années; il est plutôt présumable que leur » extrême petitesse et leur couleur sombre empêchaient

» de les apercevoir sur la terre. Des observations ulté-
» rieures permettront peut-être de lever complètement
» ces doutes. »

M. Bauer rapporte ensuite quelques mesures micrométriques. Le diamètre de l'*uredo nivalis*, après son entier développement, est égal, suivant lui, à la 1600me partie d'un pouce anglais; d'où il résulte que *deux millions cinq cent et soixante mille* champignons de cette espèce pourraient être contenus dans un pouce carré. Les diamètres que M. Wollaston a donnés sont encore plus petits; mais si l'opinion de M. Bauer est fondée, il ne faut pas s'étonner de ces discordances, puisqu'il est possible que les mesures n'aient pas été faites sur des individus du même âge.

D'après les détails que nous venons de recueillir, on voit que les neiges colorées des Alpes et des régions boréales, ne peuvent pas être assimilées aux neiges ou pluies rouges qui tombent si fréquemment en Italie. *Voyez*, tome VIII, page 206 et suiv. de ce Journal, l'analyse que M. Sementini a donnée de la matière rouge terreuse, tombée avec la *pluie* dans le royaume de Naples et dans les deux Calabres, le 13 mars 1813.

EXTRAIT *des Séances de l'Académie royale des Sciences.*

Séance du lundi 6 *septembre* 1819.

ON lit un *Mémoire* de M. Vallot, secrétaire de l'Académie de Dijon, *sur les Maladies des feuilles.*

Il est renvoyé à l'examen d'une commission de botanistes.

M. Edwards lit un *Mémoire sur la Respiration des batraciens*, que nous ferons connaître à nos lecteurs quand les commissaires nommés par l'Académie pour l'examiner auront fait leur rapport.

M. Jomard lit un *Mémoire sur les Caractères numériques des Egyptiens*. Nous essaierons d'en donner l'analyse dans le Cahier prochain.

Séance du lundi 13 *septembre.*

M. Monin, peintre, adresse un paquet cacheté que l'Académie ordonne de conserver au Secrétariat.

M. Vincent Chevallier présente un *nouvel appareil de chambre noire horizontale*, *sans miroir ni objectif*. Il sera fait un rapport à ce sujet.

On renvoie à l'examen d'une commission deux petits tableaux de végétations métalliques, adressés à l'Académie par M. Goldschmit.

L'Académie reçoit des *Recherches statistiques*, adressées par M. Benoiton de Châteauneuf, *sur la mortalité causée dans Paris et les communes rurales du département de la Seine*, *par quelques affections de l'organe pulmonaire*, *pendant les années* 1816, 1817 *et* 1818.

M. de Rossel, au nom d'une commission, fait un rapport *sur le bateau à vapeur* de M. Jernstedt, qui depuis plus d'un an est stationné à Paris, sur la rive gauche de la Seine, devant l'hôtel de Labriffe.

Dans le bateau de M. Jernstedt, la roue est placée dans l'intérieur, à l'abri du choc des vagues, et peut

agir en pleine mer avec autant d'effet que dans une eau tranquille. Les rames étant ainsi garanties de tous côtés, il n'y aura à craindre ni de raser de trop près les bords des canaux, ni de heurter contre les bateaux qui passeront dans le voisinage. Les commissaires ont jugé que les nouveaux moyens employés par l'auteur pour prévenir les explosions, ne peuvent manquer d'avoir leur effet.

M. de Laplace lit un Mémoire intitulé : *Considérations sur les phénomènes capillaires.* (*Voyez* plus haut.)

M. Tessier lit un *Mémoire sur l'Importation, en France, des chèvres à duvet de Cachemire.*

« M. Amédée Jaubert partit de Paris au mois d'avril » 1818, et se rendit d'abord par Odessa, Tangarok et » Astracan, au camp du général Jermoloff, sous le Cau- » case, prenant par-tout des informations auprès des » Boukars, des Kirghiz et des Arméniens, qui fréquen- » tent et habitent la dernière de ces villes. On lui dit » qu'il existait chez les nombreuses hordes de Kirghiz, » peuple nomade qui vit en Boukarie, sur les bords de » l'Oural, une espèce de chèvres presque toujours d'une » blancheur éclatante, portant tous les ans, au mois de » juin, une toison remarquable. Les échantillons qu'on » lui donna le convainquirent de la conformité de ce » duvet avec celui qui venait en France par la Russie. » Cette découverte lui parut d'autant plus intéressante, » qu'elle pouvait lui épargner du temps et le trajet em- » barrassant qu'il aurait dû faire pour pénétrer dans le » Thibet par la Perse et le Cachemire. On ne l'avait » pas trompé : il trouva en effet, à quelques centaines » de werstes du Volga et au milieu de *steppes* qui sé- » parent Astracan d'Orembourg, des flocons épars de

» duvet qui lui firent connaître qu'il n'était pas néces-
» saire d'aller plus loin. Il avait remarqué d'ailleurs
» que, dans la langue du pays, on donnait le nom de
» *chèvres du Thibet* à celles qu'on y entretenait. Il fit
» donc là ses acquisitions, achetant différens lots chez les
» Kirghis de la horde nommée *Cara-Agadgi* (l'arbre
» noir), et chez les Kirghis de la horde appelée *Kai-*
» *saks*; en tout *douze cent quatre-vingt-neuf bêtes*. Il
» dirigea sa troupe vers Tsarilzin, où il lui fit passer le
» Volga....... Il résulte de l'opération de MM. Ternaux
» et Jaubert que, sur douze cent quatre-vingt-neuf chè-
» vres achetées chez les Kirghis, toute déduction faite
» des pertes qui ont eu lieu jusqu'aux embarquemens
» à Caffa, dans la traversée, dans les lazarets et depuis
» ce temps, il existe en France quatre cents chèvres à
» duvet de Cachemire........

» M. Jaubert, pendant un court séjour qu'il a fait à
» Constantinople en amenant ses chèvres, a eu occasion
» de s'entretenir, par la voie de M. Jh. M. Jouannin,
» deuxième drogman titulaire, faisant les fonctions de
» premier interprète de l'ambassade de France, etc.,
» avec un Arménien nommé *Khodja-Youssuf*, qui fut
» envoyé, il y a dix-huit ans, par une maison de Constan-
» tinople, pour faire fabriquer des schalls sur des des-
» sins nouveaux dont il était porteur; il a habité long-
» temps Cachemire, Lahor et Pichawer, lieux où, avec
» la connaissance des langues, il a acquis des notions po-
» sitives sur la fabrication des schalls de Cachemire.
» Dans cette entrevue, M. Jaubert fit faire par M. Jouan-
» nin, à l'Arménien Khodja-Youssuf, diverses questions
» sur cet objet. Il résulte de ses réponses : 1° que

» l'animal dont le poil sert à la fabrication des schalls
» et tissus de Cachemire est une chèvre du Thibet, et
» non le chameau à une bosse, ni un mouton; 2° que
» cette chèvre ressemble à une chèvre ordinaire, ayant
» des cornes droites, de couleur plus ou moins blanche,
» ou d'un brun très-clair; un poil grossier couvre le
» duvet laineux, employé uniquement et sans mélange
» dans les fabriques : *Khodja-Youssuf* a vu, à Cache-
» mire, vingt-cinq ou trente de ces chèvres, qu'on y
» garde seulement par curiosité; 3° que ce sont des
» femmes ou des enfans qui en extraient le jare et les
» parties hétérogènes; que les flocons de duvet se car-
» dent par de jeunes filles, avec leurs doigts, sur des
» tapis de mousseline des Indes, afin d'allonger la laine
» sans la briser, et de la nettoyer des ordures et impu-
» retés; que, dans cet état, elle est livrée aux teintu-
» riers et aux fileuses; 4° que le métier sur lequel on
» travaille est simple et horizontal; l'ouvrier travaille
» sur l'envers, un enfant placé dessous, et ayant le dessin
» sous les yeux, l'avertit, à chaque coup de navette,
» des couleurs qu'il doit employer, et dont les bobines
» sont chargées; un schall de la plus grande beauté
» coûte 5 à 600 roupies (12 à 1500 francs); 5° que le
» duvet le plus beau dont on se sert vient des cantons
» de Lassa et de Ladak, dans le Thibet; qu'il en vient
» aussi une grande quantité de Casgar et de Bokhara,
» que l'on exporte dans le Thibet et à Cachemire, pour
» les convertir en schalls, dont on fait une grande con-
» sommation en Asie; 6° qu'on apporte les duvets à
» Cachemire en balles, et mélangés des poils gros-
» siers.

» Ces détails ont été confirmés à M. Jouannin, le
» 18 avril, par Molla-Abduraman-Khaimaliveled-Ata-
» nias, négociant de Khaiva, dans la province de Kha-
» rizme, en Turkestan, amené pour affaires à Constan-
» tinople, et allant à la Mecque; et par Hadji-Nier-
» Khairullach de Boukhara, négociant, qui retourne
» dans son pays; tous deux hommes éclairés, intéres-
» sans par leurs voyages, et distingués par leur sin-
» cérité.

» M. Jouannin a signé cette conférence, qu'il assure
» avoir traduite très-fidèlement, et M. de Rivière, notre
» ambassadeur à la Porte, a certifié l'écriture, le 19
» avril 1819.

» J'ai pensé que l'addition de cette note, extraite d'une
» pièce qui m'a été remise par M. Jaubert, ne pourrait
» que confirmer les motifs de l'importation, et éclairer
» sur le genre d'animaux qui produisent le duvet propre
» à faire les schalls. »

Séance du lundi 20 septembre.

M. Watt fils écrit à l'Académie, pour lui faire part de la mort de son père, l'un des huit associés étrangers. M. Watt avait quatre-vingt-quatre ans.

M. de Humboldt a lu un *Mémoire* portant pour titre : *Considérations générales sur les signes numériques des peuples*. Il a comparé, dans ce Mémoire, les hiéroglyphes numériques des Mexicains aux hiéroglyphes égyptiens des nombres 1, 10, 100 et 1000, que le Dr Thomas Young a fait connaître dans son savant et ingénieux *Hieroglophical Vocabulary*. M. de Humboldt a examiné

en même temps la question de savoir si l'artifice des multiplicateurs placés, comme exposans, au-dessus des signes des groupes, et l'usage du *suanpan* chinois (l'*abacus* des Grecs et des Romains) ont pu conduire à la méthode indienne, faussement appelée *arabe*, d'assigner une *valeur de position* aux signes des unités. Nous ne suivrons pas l'auteur dans les recherches historiques auxquelles il s'est livré sur le système de numération des peuples des deux continens, et qui ajoutent beaucoup aux matériaux précieux que renferme la *Philosophie de l'Arithmétique*, publiée par M. Leslie; nous ne donnerons qu'un extrait de cette partie du Mémoire, qui est susceptible d'un intérêt plus général.

« S'il est vrai que les signes par lesquels nous exprimons les idées influent sur le langage, comme le langage » réagit à son tour sur les idées, il n'en est pas moins » certain que les langues qui sont antérieures à toute » écriture, modifient les signes numériques et donnent » au système des chiffres une physionomie particulière. » On n'envisage point ici les langues et les hiéroglyphes » des nombres dans les diverses combinaisons sous lesquelles ils auraient pu se présenter; on les considère » tels qu'ils existent réellement, tels qu'on les connaît » par le récit des voyageurs qui, d'après l'exemple » donné par Pigafetta, le compagnon de Magellan, ont » fixé leur attention sur le système des nombres trouvés » dans les différentes régions du globe.

» Les limites que le génie des langues prescrit aux » hommes lorsqu'ils réunissent les unités en groupes, varient sous chaque zone. Ces limites se trouvent atteintes » tantôt à 5, tantôt à 10, tantôt à 20, selon que les » peuples se plaisent à s'arrêter aux doigts d'une main, » aux doigts des deux mains, ou aux doigts des mains » et des pieds ensemble. On dit 5 avec 3 pour 8; » pied un pour 11, pied deux pour 12, 20 plus 10 » pour 30. Le *groupe fondamental* de numération est

» tantôt 5, tantôt 10, tantôt 20. Tous les peuples qui » ne connaissent pas la valeur de position, et qui ne se ser- » vent pas des lettres de l'alphabet, ont eu primitivement » trois signes, pour le groupe fondamental, pour le » carré de ce groupe et pour son cube. Dans l'ancien » continent, on trouve plus généralement le groupe » fondamental de 10, dans le nouveau continent celui » de 20 unités. Le dernier conduit à des hiéroglyphes » simples de 20, 400 et 8000. Les Mexicains *comp-* » *taient*, d'après une méthode très-régulière, par grou- » pes de 10, tandis qu'ils *écrivaient* les chiffres par » vingtaine et par les puissances de 20. Ce groupe fon- » damental de 20 unités se retrouve dans quelques par- » ties de l'ancien monde, par exemple, chez les peuples » du Caucase, chez les Basques et les habitans de l'Ar- » morique. L'ancienne manière de compter par les » doigts des pieds et des mains a laissé des traces dans » beaucoup de langues de l'Europe occidentale. Parmi » les chiffres romains on reconnaît les restes d'un sys- » tème quinaire.

» Pour désigner dans l'écriture hiéroglyphique (et » les nombres écrits sont toujours des hiéroglyphes) » les unités, ou, comme disaient les Grecs, les *fonds*, » il s'est présenté l'idée aux différens peuples de tracer » autant de petites formes distinctes les unes des autres, » que l'on veut indiquer d'unités. Ces petites formes ou » *fonds* sont des ronds coloriés chez les Mexicains, des » lignes horizontales chez les Chinois, des barres per- » pendiculaires chez les Egyptiens et les Romains. Les » ronds des Mexicains sont identiques avec les plus an- » ciens hiéroglyphes des nombres chez les Chinois; ce » sont les *hotu* et *loschu*, les prétendues tablettes trou- » vées dans la Rivière Jaune et dans le fleuve Lo. Les » signes des unités, chez les Mexicains, étaient rangés » de droite à gauche, à la manière de l'écriture étrusque » et de celle des peuples sémitiques, depuis l'Euphrate » jusqu'au Halys. Dans l'est de l'Asie comme chez les » Mexicains, les ronds sont liés par des traits, et ils repré- » sentent (en projection) les *quippos* ou cordelettes que » l'on trouve, dès la plus haute antiquité, en Egypte, en

» Chine et dans les deux Amériques, et dont dérivent » les rosaires des chrétiens, comme les *tesbih* des Per- » sans. Pour *lire* ces unités placées les unes à côté des » autres, il faut les *compter;* on ne peut lire des signes » numériques que lorsque plusieurs des petites formes » des unités sont fondues ensemble dans un même » signe. Le 2 et le 3, parmi les chiffres indiens, comme » les anciens signes des Chinois, offrent des traces in- » dubitables de la réunion de plusieurs élémens dans » un seul hiéroglyphe. On y reconnaît 2 et 3 dents, » des restes de deux ou trois barres liées par un trait. » Ce n'est que par cette réunion que se forment de véri- » tables chiffres, c'est-à-dire, des signes qu'on peut » *lire*, et qui rappellent l'idée de 3 ou 4 unités, sans » que l'on ait besoin de *compter* les signes de même » forme *juxta-posés*.

» Chez les nations qui ne connaissent pas la méthode » indienne de *position*, les multiples des groupes s'ex- » priment de deux manières, ou par la méthode de » *juxta-position* (en rapprochant et répétant plusieurs » fois le signe du même ordre), ou par des multiplica- » teurs placés, en guise d'exposans, au-dessus de l'hié- » roglyphe d'un groupe. La *juxta-position* a été employée » par les Mexicains, les Egyptiens et les Romains. La » méthode ingénieuse des exposans appartient aux Chi- » nois. Un 2 (c'est-à-dire 2 barres horizontales) placé » *au-dessous* du signe de 10 signifie 12; mais ces deux » mêmes signes, placés *au-dessus*, indiquent un mul- » tiplicateur, deux fois 10 ou 20. Dans les tableaux » chronologiques des Mexicains, on trouve quelque » chose d'analogue. Pour exprimer 416 ans, ces peuples » plaçaient 8 petits ronds au-dessus de l'hiéroglyphe » du cycle de 52, qui est une gerbe de joncs liés par » une corde. Ce nombre 8 est le multiplicateur de 52, » les grandes *ligatures* des années se sont faites 8 fois.

» Un second genre de signes numériques, et qui, » jusqu'à présent, ne s'est trouvé que dans le Nouveau- » Monde, se fonde sur un principe très-extraordinaire, » sur un développement progressif observé dans les » choses naturelles. S'il existait une plante à corolle de

» de 10 pétales, et que chaque jour il se développait un
» de ces pétales, on conçoit que l'image de la fleur
» dans ses différens états, pourrait servir d'hiéroglyphes
» pour les unités de 1 à 10. C'est d'une manière analogue
» que se sont formés les chiffres des habitans de la Nou-
» velle-Grenade. Ils sont significatifs, de même que tous
» les mots de la langue *chibcha* qui désignent ces nom-
» bres. Ces signes et ces mots ont rapport aux phases
» de la lune, dont le disque offre progressivement, se-
» lon une croyance populaire très-répandue, l'image
» d'une face humaine, un nez, un œil, deux yeux,
» même des oreilles.

» Tels sont les signes numériques antérieurs à l'écri-
» ture alphabétique, à l'artifice de décomposer les sons
» par des lettres. Indépendans de la diversité des alpha-
» bets et des langues, ils ont offert, depuis l'antiquité la
» plus reculée, d'immenses avantages au commerce exté-
» rieur. C'est à cause de leur indépendance du langage et
» des lettres de l'alphabet qu'ils ont pu passer d'un peuple
» à un autre peuple. Ces signes se sont conservés intacts
» après l'invention de l'écriture alphabétique et sylla-
» bique. Ce sont même les seuls hiéroglyphes que nous
» intercalions dans notre écriture, et ils ont fait passer le
» mot de *chiffre* (improprement choisi, puisqu'il a dési-
» gné primitivement le *vide*, le zéro) à tous les essais de
» peindre les idées par l'image des choses.

» Une troisième méthode, nécessairement postérieure
» à l'invention de l'alphabet, est celle qui exprime les
» nombres par la série des lettres. C'est rattacher l'ac-
» croissement des unités à des termes qu'on s'est accou-
» tumé de faire suivre d'une manière uniforme et déter-
» minée; c'est la méthode que les Grecs ont empruntée
» aux peuples de race sémitique. Les peuples qui expri-
» ment les multiples des groupes, par exemple 20, 30,
» 200 ou 300, par la *juxta-position* du même signe,
» comme les Romains et les Egyptiens, ont un avan-
» tage sur les peuples qui expriment les nombres par
» diverses séries de 9 lettres de l'alphabet; ils ont moins
» de caractères. Les Grecs et les nations de race sémitique
» ont des signes particuliers pour 30 et 40, pour 500 et

» 800; les signes des multiples d'un même groupe n'ont » rien de commun. L'alphabet ne fournissant pas assez » de lettres pour les milliers, les Grecs, au lieu de » recourir à la *juxta-position*, comme les Arabes à » l'origine, ont imaginé d'exprimer 1000, 2000, 3000, » par les mêmes signes dont ils se servaient pour les uni- » tés de 1, 2, 3, en ajoutant aux lettres α, β, γ, un » iota souscrit. Cet artifice aurait pu conduire à la mé- » thode d'exprimer tous les nombres par les premières » 9 lettres de l'alphabet, en accentuant la lettre β une, » deux ou trois fois, pour désigner 20, 200 et 2000. Il » est vrai que cette méthode, avantageuse à cause du petit » nombre de caractères qu'elle emploie, n'aurait pas » offert des *valeurs de position*; elle aurait dû plaire » cependant à ces peuples qui, dans le nord et dans l'est » de l'Asie, pour exprimer des milliers d'années, de » jours et d'heures, employaient (en séries pério- » diques de 12 *animaux*, ou de 10 *cans*), un petit » nombre de caractères.

» Qu'on imagine à présent, au lieu de ces traits, des » points placés au-dessus des unités, et l'on aura les » chiffres arabes dans le caractère *gobar*, tel que l'offre » un manuscrit précieux qui traite des douanes de la » Mauritanie, et qui, de la bibliothèque de Saint-Ger- » main-des-Prés, a passé à la bibliothèque du Roi. Ces » chiffres *gobar* ne sont pas alphabétiques, et sont des » chiffres indous dont la plupart sont extrêmement alté- » rés. Un 2, surmonté d'un point, indique 20; 3, sur- » monté de deux points, indique 300. Or, les zéros, » rarement chez les Indous, mais presque toujours dans » les manuscrits arabes et persans (qui sont postérieurs » à l'introduction des chiffres indiens), se présentent » comme des points et non comme des ronds ouverts, » semblables à notre zéro. Si l'on plaçait les points du » caractère *gobar* à la droite des chiffres, au lieu de les in- » diquer au-dessus, on aurait les dizaines et les cen- » taines écrites d'après la méthode indienne. Ces carac- » tères *gobar* annoncent-ils un système indien plus an- » cien, qui a précédé le système perfectionné, et qui » s'est maintenu à côté de la bonne méthode? A-t-on

» commencé dans l'Inde par placer des points ou des » ronds au-dessus des lignes des unités, comme pour in- » diquer les groupes dont les unités souscrites sont les » multiplicateurs, avant de ranger des points ou des ronds » à la droite des unités? Les coefficiens sont-ils devenus » dans la suite de véritables zéros? (M. de Humboldt » annonce qu'il va continuer ses recherches sur le carac- » tère *gobar*, que l'on a cru jusqu'ici dépourvu du signe » zéro).

» Nous trouvons chez des peuples qui, ignorant éga- » lement la valeur de position, avaient cependant des » systèmes de chiffres très-différens, chez les Chinois, » les Grecs et les Romains, un artifice de l'arithmétique » *palpable* ou *manuelle* dont l'usage devait préparer les » esprits au système indien. Cet artifice est le *suanpan* » des Chinois, l'*abacus* des peuples occidentaux. On le » retrouve encore aujourd'hui en usage en Europe, chez » les Russes.

» Comment le *suanpan* a-t-il pris naissance chez des » nations qui ne paraissent pas l'avoir emprunté les unes » aux autres? Lorsqu'on remonte au premier âge de la » civilisation, il faut se rappeler l'origine de choses dont » souvent on dédaigne de s'occuper, à cause de leur ex- » trême simplicité. Pour compter 17 sur les doigts de la » main, on est obligé de fixer son attention sur le nom- » bre de fois qu'on a passé la main entière. D'après le » système quinaire, on aura deux unités, plus 3 fois 5. Si » le nombre est plus grand, on pourra plier un doigt » de la main droite chaque fois qu'on aura passé tous » les doigts de la main gauche. On comptera de cette » manière sur une main les groupes de 5 ou de 10, quand » l'autre main indique les unités. Après les mains, rien » n'est d'un usage plus facile que ces cordelettes, ces » chapelets, ces *quippos*, ces *wampum* que nous trou- » vons chez presque tous les peuples des deux continens. » Trois cordelettes suffisaient pour indiquer par leurs » nœuds ou leurs grains percés les unités, les dizaines » et les centaines. Lorsque l'on fixe les cordelettes pa- » rallèlement sur une planche carrée, l'on aura l'*abacus* » ou le *suanpan* des Chinois. De même qu'on *s'élève* en

» montant des unités aux groupes de 10, de 100 et » de 1000, de même que, d'après le génie de presque » toutes les langues, on prononce les groupes les plus » grands (par exemple, les milliers) les premiers : le » *suanpan* offre aussi, dans sa bande supérieure, les » groupes les plus élevés. Ce sont les grains qui indi- » quent les multiples des groupes, et on lit 3006 sur un » *suanpan* de 4 bandes ou cordelettes, lorsque la pre- » mière et la dernière bande ont 3 et 6 grains, tandis que » les deux bandes intermédiaires n'en ont aucun. Comme » tous les grains se ressemblent, il y a *valeur de posi-* » *tion* par rapport aux bandes entières, et la place vide, » la bande sans grain, exprime le zéro *sifroun*.

» L'usage du *suanpan* accoutumait les peuples à l'idée » de plusieurs rangs de groupes; ils montraient une *place* » *vide* (un *sifroun*) là où manquait un groupe intermé- » diaire. L'artifice chinois de placer des unités comme » multiplicateurs au-dessus des signes des groupes acheva » probablement la découverte. Il transplanta, pour ainsi » dire, le germe de la méthode indienne du domaine de » l'arithmétique *palpable* dans le domaine de l'arithmé- » tique *figurative* ou *graphique*. Lorsqu'on écrit perpen- » diculairement, on *s'élève*, par différens rangs de grou- » pes, des unités aux hiéroglyphes de 10, de 100 et de » 1000, comme, dans les langues, on prononce les grou- » pes selon l'ordre de leur grandeur. Or, les Chinois, pour » écrire 2000, surmontent le signe 1000 du multiplica- » teur 2. Ils placent même, et ceci est très-important, le » caractère 1 au-dessus des groupes simples : ils écrivent » *un* 10, *un* 100, au lieu d'écrire 10 ou 100, au lieu de » se contenter des seuls caractères des groupes n et n^2. » En écrivant perpendiculairement, on a dû être frappé » de l'idée de pouvoir supprimer les hiéroglyphes des » groupes, et de ne conserver que les multiplicateurs » qui sont tous des unités. Il n'est resté (le *groupe* » *fondamental* étant 10) que 9 signes pour exprimer » tous les nombres. Or, les chiffres, dans la méthode in- » dienne, n'indiquent aussi que les multiplicateurs ou » les coefficiens des différens groupes auxquels ils appar- » tiennent dans chaque rang. Lorsqu'un ordre de grou-

» pes manquait, on laissait un *vide*, comme sur l'*aba-*
» *cus*, et l'on remplissait ce vide par un signe de con-
» vention, un zéro, *sifroun*. Il serait inutile de suivre
» cette marche des idées, en rappelant que l'ordre établi
» dans l'*écriture perpendiculaire* a dû être conservé dans
» l'*écriture horizontale*. Cette transformation des multi-
» plicateurs en caractères indépendans et isolés s'est faite
» probablement chez les Indous ou chez quelque autre
» peuple qui, comme eux, écrivait de gauche à droite.
» Les chiffres indous sont les neuf premiers caractères
» d'un ancien système de numération, dans lequel il y
» avait des signes de 10, 100 et 1000, qu'on a retran-
» chés en introduisant la *valeur de position*. Le carac-
» tère pour le *vide*, le zéro, se trouve même encore au-
» jourd'hui dans l'écriture indienne ou *devanagary*. Un
» petit rond entièrement semblable à notre zéro est
» placé dans la ligne pour rappeler au lecteur qu'il man-
» que quelque chose, quelques lettres ou quelques mots.
» On l'emploie exactement comme notre *et cætera*,
» comme les petits points que nous ajoutons lorsqu'il y
» a suspension d'idée, lorsque la phrase n'est pas finie.
» Ces points, ces ronds, ces *anasuarams* sont les zéros
» des Indous ou des Arabes. »

Un *Mémoire* de M. Godefroi *sur les Carrières de pierre noire et de tripoli de Poligné, près de Rennes*, est renvoyé à l'examen d'une commission.

M. Moreau de Jonnès lit des *Observations sur les Batraciens des Antilles*.

On lit un *Mémoire sur la Mortalité* du département de la Seine, causée par l'asthme, la fluxion de poitrine, le catarrhe et la phthisie pulmonaire.

EXAMEN *chimique du Kermès végétal* (coccus ilicis), *insecte de l'ordre des hémiptères.*

PAR J.-L. LASSAIGNE.

EN appliquant à ces insectes les procédés employés par MM. Pelletier et Caventou dans l'analyse de la cochenille, M. Lassaigne a obtenu des résultats analogues à ceux de ces habiles chimistes.

Le kermès, traité par l'éther sulfurique bouillant, lui cède une matière grasse jaune que l'on obtient isolée par l'évaporation du dissolvant : on lui enlève un peu de matière colorante rouge en la faisant digérer à froid dans de l'alcool à 30°. Cette substance grasse est inodore, d'une saveur légèrement styptique, sans action sur la teinture de tournesol, fusible à 45°, et facilement saponifiable par les alcalis.

Le kermès épuisé par l'éther cède à l'alcool, au moyen de la chaleur, une matière colorante et une matière animale brune : par le refroidissement, celle-ci se précipite en flocons rougeâtres, mêlée avec de la matière colorante qu'on enlève par de l'alcool. Les dissolutions alcooliques, évaporées dans une cornue de verre, laissent la matière colorante du kermès ; mais pour l'avoir parfaitement pure, il faut la redissoudre plusieurs fois dans l'alcool.

Cette matière est d'un rouge pourpre très-foncé ; elle a un aspect grenu et une cassure cristalline. L'air n'a aucune action sur elle ; en poudre, elle est d'un beau rouge de cinabre.

L'éther sulfurique n'en opère point la dissolution; mais l'eau et l'alcool la dissolvent en toute proportion; cependant, plus ce dernier est concentré, moins sa faculté dissolvante est grande. Les réactifs agissent sur cette matière comme sur la *carmine*, avec laquelle elle a la plus grande ressemblance.

Le kermès, après avoir été traité successivement par l'éther et l'alcool, reste un peu coloré. En le faisant bouillir dans l'eau, on lui enlève les dernières portions de matière colorante, et il reste une matière animale brunâtre, écailleuse, demi-transparente, très-peu soluble dans l'eau, et jouissant de toutes les propriétés de la matière animale de la cochenille.

Il résulte de cette analyse que le kermès a, par sa composition chimique, la plus grande ressemblance avec la cochenille. (*Journ. de Pharm.* V. 435.)

Examen *de la Tontine perpétuelle d'amortissement, fondée par MM.* Janson de Sailly, Gueroult de Fougère *et* Denuelle Saint-Leu.

Par M. Navier,

Ancien Elève de l'Ecole Polytechnique, Ingénieur des Ponts et Chaussées.

(Extrait.)

On a désigné généralement par le nom de *tontine* un établissement auquel des actionnaires confient des capitaux qui se trouvent placés en rentes viagères croissantes, la portion appartenant à ceux qui meurent devant pro-

fiter à ceux qui survivent. Ce genre de placement peut offrir ou non de l'avantage, suivant les conditions imposées aux associés. M. Navier a cherché quelle opinion on devait se former, à cet égard, d'une nouvelle tontine qui vient d'être fondée, et dont les bureaux ont été récemment ouverts; et il s'attache à prouver que cet établissement serait sujet aux inconvéniens les plus graves.

Les statuts de cette tontine offrent les combinaisons suivantes : l'ensemble des actionnaires est partagé en huit classes. La première comprend les enfans depuis la naissance jusqu'à dix ans; la seconde, les personnes âgées de dix à vingt ans; la troisième, celle de vingt à trente, et ainsi de suite. Il peut être formé, dans chaque classe, une ou plusieurs séries, contenant chacune cent mille actions, dont le prix est de 100 francs : la même personne peut prendre une seule ou plusieurs actions, et son âge détermine la série dont ces actions font partie. Les capitaux appartenant à chaque partie sont employés à acheter des rentes sur l'Etat, qui sont mises en commun et partagées entre tous les actionnaires vivans, en raison de leurs mises respectives. Les vivans héritent ainsi des morts, et le dernier survivant de la série jouit de la totalité du revenu. Après sa mort, la rente est éteinte au profit de l'Etat.

Outre ces conditions, il en est une que le lecteur remarquera sans doute, et qui est, peut-être, la plus extraordinaire que l'esprit de spéculation ait encore proposée. Elle consiste à rétribuer les inventeurs du projet, en leur allouant, pour prix de leur découverte et pour frais de gestion, 1° *les cinq pour cent du capital de chaque mise; 2° le dixième des extinctions.*

L'examen des conditions d'une association semblable peut comporter des questions de divers ordres. L'auteur se borne à indiquer celles qui intéresseraient la morale publique, ou qui seraient du ressort de l'administration ; mais il n'a voulu développer que les questions mathématiques ; ses recherches le conduisent aux résultats suivans :

1°. Malgré la précaution de distribuer les actionnaires en série, comprenant des individus dont les âges ne diffèrent pas de plus de dix ans, il reste encore une grande inégalité dans les avantages que divers individus d'une série peuvent attendre d'une action qui leur aura coûté le même prix. On trouve, par exemple, que de deux actionnaires, l'un âgé de dix ans et l'autre de vingt, au moment où ils prennent une action, le premier a une chance huit fois plus grande que le second de vivre soixante-dix ans de plus, et de jouir de l'augmentation de revenus qui aura lieu au bout de cet intervalle.

Il y a des différences bien plus grandes encores entre les sorts des actionnaires appartenant à diverses séries; les individus âgés achètent une action le même prix que les jeunes, et elle leur est beaucoup moins profitable.

2°. Abstraction faite des inégalités qui résultent des différences d'âge des actionnaires, et en supposant que tous les individus d'une même série soient également âgés, il y aura de grandes différences dans leur sort si chacun n'a pas pris sur sa tête un même nombre d'actions. Ceux qui auront fait les mises les plus fortes ont bien la même espérance que les autres de vivre les derniers ; mais ils doivent s'attendre à voir alors leur revenu augmenter dans une moindre proportion que pour ceux qui ont fait

les mises les plus faibles. Ainsi, pour que le jeu fût égal entre les actionnaires, et que les uns ne fussent pas dupes des autres, il faudrait qu'ils fussent tous du même âge, et prissent tous sur leur tête un même nombre d'actions.

3°. Ces dernières conditions étant supposées remplies, et faisant abstraction des cinq pour cent à payer aux fondateurs, et du dixième des extinctions qu'ils se réservent, l'auteur trouve qu'un capital placé dans la tontine (si le nombre des actionnaires est un peu grand) procure un avantage équivalent à la rente annuelle que ce capital a fondée, payée pendant la vie de l'actionnaire qui survivra à tous les autres. Ainsi, pour rendre ce résultat plus sensible, par exemple, supposons que tous les actionnaires soient âgés de vingt ans à l'instant où ils font leurs mises, et admettons que le dernier survivant vivra encore soixante-quinze ans. Dans ce cas, chaque actionnaire qui pouvait, en achetant des rentes, fonder un revenu perpétuel proportionné à son capital, s'il place ce capital dans la tontine, n'aura plus fondé ce revenu que pour soixante-quinze ans. Il a perdu la différence qu'il y a entre un revenu perpétuel et un revenu assuré pour soixante-quinze ans seulement.

4°. En ayant égard maintenant aux retenues exorbitantes allouées aux administrateurs, on voit que l'on perd d'abord $\frac{1}{21}$ de son capital; que sur les $\frac{20}{21}$ restans, il y a $\frac{1}{10}$ du revenu perpétuel qu'ils pouvaient fonder qui se trouve transformé purement et simplement en revenu viager sur la tête de l'actionnaire; qu'enfin les $\frac{6}{7}$ restans sont engagés dans la tontine, et passibles du désavantage qui vient d'être indiqué.

5°. Si l'on n'est point assez frappé de la perte que

subit un capital placé dans cet établissement, et si, regardant comme une compensation suffisante de cette perte l'avantage d'obtenir un grand revenu sur la fin de sa vie, on cherche à apprécier cet avantage, on reconnaît que, d'après la loi ordinaire de la mortalité, le revenu fondé ne doit croître que très-peu pendant un grand nombre d'années, et qu'il n'acquiert un accroissement notable que pour les actionnaires qui atteignent un âge tellement avancé qu'on ne peut raisonnablement espérer d'y parvenir. Si, par exemple, on a pris une action sur la tête d'un enfant de dix ans, et que l'on calcule la probabilité qu'elle lui procurera, à soixante ans, un revenu de 50 francs, on trouve pour cette probabilité une valeur excessivement faible, et beaucoup plus petite que que pour la probabilité d'amener un quine à la loterie de France. On voit par là que cette espérance offerte aux actionnaires de posséder un revenu considérable dans un âge avancé n'est qu'une véritable illusion, que la presque totalité des actionnaires n'obtiendra, dans son revenu, qu'une augmentation très-faible, et qu'un très-petit nombre survivant aux autres, et obtenant l'accroissement promis, en jouiront si peu de temps et dans une vieillesse tellement avancée, qu'un semblable avantage mérite à peine ce nom.

Ces derniers résultats ont été déduits du calcul, et l'auteur a employé, pour y parvenir, les méthodes de la *Théorie analytique des probabilités*, pour l'évaluation des fonctions composées de produits dont les facteurs sont de très-grands nombres. Le raisonnement seul suffisait pour connaître les inconvéniens qui résultent de l'inégalité des âges ou des mises ; mais l'emploi de l'ana-

lyse était nécessaire pour évaluer avec exactitude la perte occasionée par le placement, et mesurer le degré de probabilité d'une augmentation de revenu sur la fin de la vie. Il faudra toujours recourir à l'analyse mathématique, quand on voudra déterminer avec exactitude les avantages ou les inconvéniens des associations de ce genre. Cette science peut seule offrir à l'esprit les secours qui lui sont nécessaires dans des recherches semblables; en fondant de pareils projets sur des aperçus généraux et des notions vagues, on s'expose aux conséquences les plus erronées.

Le mémoire de M. Navier est écrit avec beaucoup de clarté, et suppose une connaissance approfondie du calcul; et il est de l'intérêt public que cet ouvrage soit connu. Les conclusions de l'auteur sont : que les actionnaires qui placeraient des fonds dans la Tontine perpétuelle, joueraient entre eux un jeu inégal et injuste, puisque les avantages qu'ils retireraient d'une même mise seraient fort différens, suivant l'âge de chacun; et puisque l'âge étant supposé le même, les avantages ne sont point proportionnés aux mises, mais beaucoup moindres pour ceux qui ont fait les mises les plus fortes. Ce qui est commun à tous les actionnaires, et ce qui est inévitable, c'est la perte qui résulte des droits énormes prélevés par les administrateurs, et de l'amortissement de la rente en faveur de l'Etat.

L'effet certain de cette association serait donc d'offrir aux actionnaires des espérances entièrement illusoires, d'enrichir à leurs dépens les personnes qui se qualifient d'inventeurs de cette Tontine, et de faire accepter une partie de leurs biens par l'Etat, au préjudice de leurs

héritiers, sans l'examen spécial que les lois exigent.

Parmi toutes les propositions de ce genre qui ont été adressées au Public, depuis l'inventeur Tonti jusqu'à nos jours, il en est peu sans donte qui soient plus défectueuses, où les intérêts des actionnaires se trouvent plus gravement et plus nécessairement compromis, et où l'avidité du gain ait appelé les particuliers à un jeu plus inégal et plus nuisible. Espérons que l'examen des établissemens de cette espèce sera désormais fondé sur les principes du calcul des probabilités.

NOUVEAU PROCÉDÉ *pour préparer l'éther nitrique.*

PAR M. BOUILLON-LAGRANGE.

APRÈS avoir fait un mélange à parties égales d'acide nitrique à 36° et d'alcool à 40°, on l'introduisit dans un matras.

D'une autre part, on mit de la tournure de cuivre dans un flacon auquel on ajouta un tube en *S*, pour y verser de l'acide nitrique, et un autre tube pour porter le gaz nitreux dans le mélange d'acide et d'alcool : à la suite de ce flacon on avait adapté l'appareil de Woulf, dont les flacons étaient à moitié remplis de solution de muriate de soude et placés dans un mélange réfrigérant. Les jointures étant lutées, je versai peu à peu l'acide nitrique sur la tournure de cuivre ; le gaz qui se dégagea fut aussitôt absorbé en partie par l'alcool ; car il en passa dans les cloches qui étaient à l'extrémité de l'appareil : cependant le mélange s'échauffait peu à peu, et ce ne fut qu'au bout d'une heure et demie que l'ébullition commença à se déclarer. Alors je mis le mélange réfrigérant autour des flacons. L'ébullition dura près

d'une demi-heure; pendant tout ce temps il ne se dégagea à l'extrémité de l'appareil qu'un gaz très-éthéré.

Produits. Dans le premier flacon, il n'y avait presque point d'éther; l'eau était verdâtre, et avait une odeur très-forte.

Dans le second flacon était tout l'éther nitrique, parfaitement analogue à celui décrit par les auteurs, très-volatil et non acide. 8 onces d'alcool et d'acide ont donné environ 3 onces d'éther.

Dans un deuxième article, je donnerai mon opinion sur la théorie de l'éther nitrique, qui ne me paraît pas exacte (1).

(Extrait du *Journal de Pharmacie*. V. 433.)

L'ART *de faire le vin.*

Par M. le Comte CHAPTAL, Pair de France, etc.

Nouvelle édition, 1819, un volume in-8°. A Paris, chez *Deterville*, libraire, rue Hauteteuille, n° 8; et chez *Crochard*, libraire, cloître Saint-Benoît, n° 16.

L'OUVRAGE de M. Chaptal est trop connu et trop bien apprécié du public pour qu'il soit nécesaire d'en donner ici l'analyse; nous nous contenterons de dire que cette nouvelle édition a été revue et perfectionnée par l'auteur lui-même. Les détails statistiques suivans sont extraits de l'avant-propos, et nous semblent devoir intéresser les lecteurs des *Annales*.

D'après les recherches faites par l'administration des

---

(1) Nous invitons M. Bouillon-Lagrange à employer l'alcool absolu et l'acide nitreux obtenu par la décomposition du nitrate de plomb desséché, pour préparer l'éther nitreux. On forme immédiatement cet éther en mêlant ensemble l'alcool et l'acide, et il serait possible que ce procédé présentât quelques avantages. Nous prévenons qu'il se produit beaucoup de chaleur au moment du mélange, et qu'il ne faut le faire que par très-petites parties. *R.*

contributions indirectes, les vignobles que possédait la France en 1809 occupaient un espace de 1,613,939 hectares, et donnaient, terme moyen du produit de cinq années, 35,358,890 hectolitres de vin (l'hectolitre correspond à plus de 100 bouteilles.)

On évalue à 52,000,000 d'hectares la surface de la France, et à 45,445,000 d'hectares la portion de cette surface qui produit plus ou moins : les vignes couvraient donc, en 1809, près de la vingt-huitième partie du sol productif. Depuis lors, on n'a pas discontinué de planter de la vigne, et récemment l'administration du cadastre a porté l'étendue de nos vignobles à 1,977,000 hectares.

Sur les 35,358,890 hectolitres de vin (plus de 3,535,889,000 bouteilles), produit moyen annuel déduit des cinq années qui ont précédé 1809, on peut supposer, dit M. Chaptal, qu'il y en a environ 30,000,000 d'employés à la boisson, et 5,358,890 qui sont convertis en eau-de-vie.

En prenant le prix moyen des vins, dans les années d'abondance, on trouve les résultats suivans :

10500000 hectolitres	à 7 francs 50 centim., donnent	78750000 francs.
4600000	10	46000000
3400000	15	51000000
2300000	20	46000000
2000000	25	50000000
1700000	30	51000000
1600000	35	56000000
1500000	40	60000000
1600000	50	80000000
800000	200	160000000
30000000 d'hectolitres valent	....	678750000 francs.

Les 5,358,890 hectolitres employés à la distillation sont d'une médiocre qualité; et, en les estimant à 7 f. 50 c. l'hectolitre, ils forment une valeur de 40,191,675 fr. qui, ajoutée à la première, donne un total de 718,941,675 fr. Si l'on observe que, dans ces calculs, on a porté les prix fort bas, même pour les années de très-grande abondance, on sera convaincu que la valeur de la récolte annuelle du vin, en France, ne s'éloigne pas beaucoup d'*un milliard*.

JOURS.	9 HEURES DU MATIN.			MIDI.			3 HEURES DU SOIR.			9 HEURES DU SOIR.			THERMOMÈTRE.		ÉTAT DU CIEL à midi.	VENTS.
	Barom. à 0°.	Therm extér.	Hygr.	Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	maxim.	minim.		
1	748,97	+14,5	58	750,30	+10,0	76	750,35	+14,5	62	751,54	+11,2	73	+15,0	+11,2	Pluie, grêle, tonner.	O. S. O.
2	753,25	+16,5	73	753,69	+17,5	76	752,76	+19,4	77	753,27	+16,2	97	+19,4	+11,2	Couvert.	S. O
3	753,56	+22,0	73	754,36	+22,1	63	754,82	+22,9	61	756,48	+18,1	89	+22,9	+17,0	Couvert.	S.O. fort.
4	758,44	+20,0	77	758,50	+23,0	73	757,70	+22,5	72	757,42	+16,2	91	+23,0	+16,1	Très nuageux.	S.
5	755,52	+20,6	76	755,13	+24,0	66	754,13	+24,6	61	756,15	+15,0	97	+24,6	+13,0	Nuageux.	S.
6	758,86	+17,1	68	759,13	+20,2	51	759,44	+19,7	48	761,35	+13,7	76	+20,2	+11,5	Nuageux.	O.
7	762,93	+19,2	69	762,28	+21,1	58	761,92	+22,0	52	761,86	+18,2	74	+22,0	+ 7,8	Très-nuageux.	S. O.
8	761,76	+21,5	79	761,46	+24,2	63	760,80	+22,5	68	760,57	+19,5	83	+24,2	+17,0	Couvert.	O.
9	760,18	+21,0	53	759,42	+21,6	41	758,60	+22,2	40	758,40	+17,5	65	+22,2	+16,5	Superbe	N.
10	758,02	+19,7	62	757,63	+22,8	57	757,10	+23,8	51	757,35	+17,5	80	+23,8	+12,7	Trouble et nuageux.	N.
11	758,20	+17,1	87	757,97	+20,5	72	757,35	+23,2	53	758,45	+18,5	76	+23,2	+14,5	Nuageux.	N. O.
12	760,53	+18,0	82	760,33	+21,2	67	759,82	+22,0	56	760,86	+17,4	80	+22,0	+15,6	Très-nuageux.	N.
13	762,40	+16,0	86	762,07	+20,5	67	761,39	+22,5	56	762,06	+18,6	81	+22,6	+13,9	Légers nuages.	N. E.
14	762,35	+19,7	74	761,34	+24,2	61	760,20	+25,0	45	759,40	+20,1	69	+25,0	+13,0	Beau.	N.
15	757,03	+22,0	60	756,13	+25,7	45	754,97	+26,5	47	753,83	+19,7	90	+26,5	+13,7	Légers nuages.	S. E.
16	750,30	+20,0	90	748,07	+23,2	69	748,10	+14,9	97	751,10	+10,9	96	+23,2	+10,9	Très-nuageux.	S.O. fort.
17	754,23	+11,8	96	754,92	+15,4	74	755,66	+16,5	69	759,20	+15,0	89	+16,5	+ 9,5	Couvert.	N. N. O.
18	763,20	+15,8	73	762,90	+18,0	66	762,46	+18,5	47	762,37	+13,0	85	+18,5	+11,0	Voilé.	N.
19	761,60	+15,0	86	760,83	+19,4	65	759,36	+17,5	72	761,16	+11,1	75	+19,4	+11,1	Légèrement couvert.	O. N. O.
20	762,86	+13,1	72	763,03	+16,2	57	762,70	+17,0	53	764,66	+11,7	80	+17,0	+ 8,0	Nuageux.	N. E.
21	766,45	+11,7	79	766,50	+15,0	56	765,92	+16,2	46	766,88	+10,5	59	+16,3	+ 7,5	Nuageux.	N. E.
22	767,10	+12,2	57	766,10	+15,5	49	764,24	+16,6	45	763,65	+11,5	69	+16,6	+ 7,0	Beau.	E.
23	760,90	+12,5	75	759,53	+16,4	52	757,42	+17,8	47	755,96	+13,2	70	+17,8	+ 7,6	Beau.	E.
24	752,15	+13,2	75	751,62	+17,4	70	750,48	+19,4	67	749,53	+15,2	84	+19,4	+ 5,9	Légers nuages.	S. E.
25	748,78	+15,1	97	748,62	+21,0	70	748,25	+20,6	69	748,85	+12,5	83	+21,0	+10,7	Très-nuageux.	S. O.
26	750,35	+15,0	74	751,13	+16,6	61	751,56	+17,1	53	753,33	+12,3	85	+17,1	+11,0	Très-nuageux.	S. O.
27	752,75	+18,0	84	753,60	+20,4	69	753,66	+21,1	64	755,67	+14,8	85	+21,1	+13,2	Très-nuageux.	S.O. fort.
28	755,94	+16,8	80	755,70	+20,4	65	754,12	+21,2	54	754,55	+14,9	85	+21,2	+13,2	Nuageux.	S. S. O.
29	753,02	+18,3	80	752,71	+21,2	68	752,95	+21,0	68	755,61	+18,5	88	+21,3	+13,5	Couvert.	S.
30	758,09	+18,5	79	757,77	+23,2	62	756,96	+23,8	55	757,24	+17,0	75	+23,8	+12,8	Nuageux.	S. S. O.
1	757,15	+19,2	69	757,19	+20,6	62	756,76	+21,4	59	757,44	+16,3	82	+21,7	+13,4	Moyennes du 1 au 10.	
2	759,27	+16,9	81	758,76	+20,4	64	758,20	+20,4	59	759,31	+15,6	82	+21,4	+12,1	Moyennes du 11 au 20.	
3	756,55	+15,1	78	756,33	+18,7	62	755,56	+19,5	57	755,13	+14,0	78	+19,6	+10,2	Moyennes du 21 au 30.	
	757,66	+17,1	76	757,43	+19,9	63	755,84	+20,4	59	757,62	+15,3	81	+19,6	+11,9	Moyennes du mois + 16,4.	

MÉMOIRE

Sur une nouvelle Base salifiable organique trouvée dans la fausse angusture (Brucæa anti-dysenterica.)

Par MM. Pelletier et Caventou.

(Lu à l'Institut de France le 19 juillet 1819.)

Encouragés par l'approbation que l'Académie a daigné accorder à nos précédens travaux, nous prenons la liberté de lui soumettre les nouveaux résultats que nous avons obtenus en continuant l'examen des substances végétales reconnues comme ayant une action énergique sur l'économie animale. Parmi ces substances, une a principalement fixé notre attention : c'est l'écorce de l'angusture fausse (*brucæa anti-dysenterica.*) Nous espérions y trouver la substance particulière que nous avions découverte dans la noix vomique, et que nous avons nommée *strychnine.* En effet, les observations médicales et physiologiques du professeur Emmert et du Dr Marc, rapportées dans le *Traité des Poisons* de M. Orfila, indiquent une sorte d'identité entre le mode d'action de l'angusture pseudo-ferrugineuse et celui des strychnos, puisque, administrée à la dose de quelques grammes, cette écorce détermine chez l'homme et les animaux de violentes attaques de tétanos, et que, comme les strychnos, elle agit sur le système nerveux sans porter au cerveau et sans affecter les facultés intellectuelles. Cette écorce est d'ailleurs douée d'une exces-

sive amertume et a la propriété de rougir par l'acide nitrique concentré. Tout se réunissait donc pour nous faire soupçonner la strychnine dans la fausse angusture, et nous engager à l'y rechercher. On verra quel a été le résultat de ce travail.

Pour obtenir la strychnine que nous présumions devoir exister dans l'écorce de fausse angusture, nous avons cru devoir employer la méthode qui nous avait réussi dans le traitement de la noix vomique. En conséquence, un kilogramme d'écorce de fausse angusture réduite en poudre grossière a été d'abord soumis à l'action de l'éther sulfurique, pour lui enlever la plus grande partie de la matière grasse qui s'y rencontre aussi en quantité notable. A l'action de l'éther sulfurique, nous avons fait succéder celle de l'alcool rectifié. Les diverses teintures alcooliques, dont les premières étaient d'un jaune rougeâtre et les dernières presque incolores, ont été évaporées au bain-marie pour chasser l'alcool; la matière extractiforme obtenue a été dissoute dans l'eau distillée et traitée par le sous-acétate de plomb, qui a précipité la plus grande partie de la matière colorante, puisqu'après le traitement la liqueur était presque décolorée. Cependant, par l'évaporation, une partie de la couleur a reparu. L'excès de plomb a été séparé par l'hydrogène sulfuré.

Si la liqueur eût contenu de la strychnine, ç'eût été le moment de l'obtenir, et nous aurions dû y parvenir en y versant de l'ammoniaque ou une solution de sous-carbonate de potasse; mais ces réactifs n'y produisaient d'autre changement que de foncer la couleur jaune. Cependant l'ammoniaque déterminait dans la liqueur

des propriétés alcalines, indépendantes de l'ammoniaque elle-même, qu'on pouvait chasser par l'évaporation à siccité. Substituant à l'ammoniaque de la magnésie calcinée et lavée à l'eau bouillante, nous avons produit les mêmes effets ; les liqueurs filtrées étaient non-seulement alcalines ; mais elles semblaient encore ramener la couleur primitive du tournesol rougie par un acide, avec plus d'énergie que n'aurait pu faire, dans les mêmes circonstances, une solution qui aurait contenu de la strychnine. Nous continuâmes alors à laver sur le filtre le précipité magnésien, jusqu'à ce que les eaux de lavage fussent tout-à-fait incolores ; alors nous substituâmes à l'eau de l'alcool déflegmé et bouillant, afin d'enlever à la magnésie la strychnine que nous présumions devoir y être mélangée ; mais par l'évaporation de l'alcool nous n'obtînmes aucune trace de strychnine. Nous commençâmes alors à soupçonner fortement dans la fausse angusture la présence d'une substance alcaline différente de la strychnine et beaucoup plus soluble. Cette substance devait alors avoir été dissoute et enlevée par les eaux de lavage : en effet, par l'évaporation de ces eaux nous obtînmes une masse colorée, mais grenue et très-alcaline. C'est sur cette matière que nous avons fait nos premières expériences ; c'est en la traitant par des acides que nous avons obtenu des sels particuliers, différens de ceux de strychnine, et qui nous ont entièrement convaincus que nous avions obtenu une matière alcaline différente de celle des strychnos.

Il s'agissait d'obtenir la matière alcaline de la fausse angusture à l'état de pureté. Cette condition était nécessaire pour qu'on pût prononcer d'une manière affirma-

tive sur sa nature, et constater ses propriétés ; c'était d'ailleurs dans cet état que nous voulions la présenter à l'Académie. De grandes difficultés se rencontraient dans cette purification. La principale consistait dans la solubilité de la matière alcaline dans l'eau et dans l'alcool ; ce qui nous empêchait d'employer ces agens pour en séparer la matière colorante qui passait avec elle dans toutes les combinaisons que nous en pouvions former ; nous employâmes en vain, dans le même but, l'éther, le charbon et l'alumine en gelée, dont nous nous étions servis avec succès dans d'autres circonstances pour nous emparer des matières colorantes de plusieurs décoctions végétales. Dans le cas présent, ces matières ne nous offraient aucun avantage. Enfin, après un grand nombre de tentatives infructueuses, nous sommes parvenus au but désiré en employant le procédé suivant :

Nous avons remarqué que, parmi les sels que forme avec les acides la substance alcaline de la fausse angusture, il y en avait un, sinon insoluble, du moins moins soluble à froid que les autres dans l'alcool absolu : ce sel était l'oxalate. Cette remarque nous donna l'idée d'employer l'alcool pour la purification de notre matière alcaline, en ayant soin de la combiner d'abord avec l'acide oxalique. Nous obtînmes, par ce moyen, un sel parfaitement incolore (1). Ce sel, traité par de la chaux ou de la magnésie, se décompose en cédant son acide ;

---

(1) Quand la température de l'atmosphère est élevée, il faut artificiellement refroidir l'alcool jusqu'à zéro, l'alcool à chaud ayant la propriété de dissoudre tous les sels solubles formés par l'alcali de la fausse angusture.

l'alcali végétal est mis à nu, on le redissout dans de l'alcool bouillant, et on l'obtient enfin cristallisé par l'évaporation lente de l'alcool.

Si la matière cristalline était encore colorée, on la traiterait de nouveau par le même moyen. Lorsque l'évaporation de la solution alcoolique a été rapide, on obtient la matière alcaline agglomérée sous forme de champignons; mais lorsque l'évaporation a été lente, et surtout si on ajoute un peu d'eau dans l'alcool pour affaiblir son action dissolvante, on obtient des cristaux parfaitement réguliers, quelquefois de plusieurs lignes de longueur et très-transparens. Cette matière, jouissant de propriétés toutes particulières, et ne pouvant être rapportée à aucune autre substance connue, comme on s'en convaincra par la suite de ce Mémoire, doit être désignée par un nom propre : nous avions d'abord pensé au nom d'*angusturine;* mais il existe une autre espèce d'angusture (le *bomplandia trifoliata* Humboldt) dans laquelle nous n'avons pas trouvé la même substance. Le nom de *brucine* nous a donc semblé plus convenable; il désigne le nom du végétal qui fournit notre substance, et rappelle le voyageur célèbre *Jacques Bruce*, qui nous a fait connaître cet arbre en rapportant d'Abyssinie des graines qui ont levé dans les jardins botaniques de l'Europe.

Nous croyons devoir suivre, dans l'exposition des propriétés de la brucine, l'ordre que nous avons adopté dans la description de la strychnine : par ce moyen, il nous sera plus facile de comparer ces deux substances.

De la Brucine.

La brucine cristallisée régulièrement se présente sous la forme de prismes obliques à base parallélogrammique, ayant quelquefois plusieurs lignes de longueur. Par une cristallisation rapide telle que celle que l'on obtient par le refroidissement d'une solution aqueuse saturée à la température de l'eau bouillante, on obtient des masses feuilletées, d'un blanc nacré, ayant l'aspect d'acide borique. La cristallisation en champignons est plus particulièrement produite par les solutions alcooliques. Les masses cristallines obtenues par cristallisation rapide sont très-légères et très-volumineuses. Elles retiennent beaucoup d'eau interposée qu'on peut faire sortir par compression : alors ces masses diminuent extrêmement de volume.

Nous avons fait plusieurs expériences pour déterminer la solubilité de la brucine. Nous avons trouvé que cette substance se dissolvait dans environ 500 parties d'eau bouillante et dans 850 parties d'eau froide. Cette solubilité peu forte est cependant bien supérieure à celle de la strychnine, qui demande près de 7000 parties d'eau froide et de 2500 d'eau bouillante. Nous avons remarqué que la présence de la matière colorante qui accompagne la brucine impure augmente beaucoup sa solubilité; de là vient la difficulté de la purifier par dissolution et cristallisation.

La brucine a une saveur très-amère ; mais cette amertume est moins franche que celle de la strychnine ; elle est plus acerbe, plus âcre, et elle persiste long-temps. La brucine, à la dose de quelques grains, est vénéneuse

et agit sur l'économie animale à la manière de la strychnine, mais avec beaucoup moins d'énergie : nous rapporterons plus loin quelques expériences sur cet objet.

Exposée à l'air, la brucine ne s'altère pas; bien différente de la strychnine, elle peut se fondre sans se décomposer, et par le refroidissement elle se prend en une masse qui a l'apparence de la cire. Son degré de fusion est un peu supérieur à celui de l'ébullition de l'eau. La brucine cristallisée dans une solution alcoolique se fond quelquefois à une température beaucoup plus basse; mais cette anomalie, quand elle a lieu, provient d'un peu d'alcool retenu entre les lames des cristaux.

La brucine exposée à un plus fort degré de chaleur se décompose, fournit beaucoup d'huile empyreumatique, un peu d'eau, d'acide acétique, de l'hydrogène carboné et très-peu d'acide carbonique; on ne retrouve dans les produits aucune trace d'ammoniaque.

Traitée par le deutoxide de cuivre, elle fournit beaucoup d'acide carbonique et d'eau; nous n'avons obtenu que des traces d'azote, et dans une expérience faite avec beaucoup de précaution, la quantité d'azote était à peine appréciable : elle est donc composée de carbone, d'hydrogène et d'oxigène. Nous ne pouvons indiquer pour l'instant, avec une exactitude rigoureuse, la proportion des principes qui entrent dans sa composition. Cet objet pourra être le sujet d'un nouveau travail.

La brucine est susceptible de former avec les acides des sels neutres et des combinaisons acides. Les sels neutres et surtout les sels acides cristallisent pour la plupart avec facilité, et présentent des formes constantes et régulières. Nous nous sommes occupés plus particu-

lièrement de l'examen des sels neutres, parce que nous regardons la propriété de saturer parfaitement les acides comme caractéristique des substances végétales auxquelles on accorde le rang de base salifiable. Les substances qui, par leurs combinaisons avec les acides, ne formeraient que des combinaisons acides, ne peuvent être considérées comme bases salifiables que dans le cas où ces combinaisons seraient constantes dans leurs proportions et soumises aux lois des proportions définies.

D'après ces considérations, nous pensons que la brucine peut être placée à côté de la morphine et de la strychnine; nous croyons même qu'il nous sera possible, par un certain nombre d'analyses que nous rapporterons, d'assigner le rang que ces trois matières doivent occuper respectivement d'après leur capacité de saturation.

Du Sulfate de brucine.

La brucine se dissout fort bien dans l'acide sulfurique, et peut former avec cet acide un sel neutre. Le sulfate de brucine cristallise en aiguilles longues et déliées, qui nous ont paru être des prismes à quatre pans terminés par des pyramides dont nous n'avons pu reconnaître la forme, même en employant des verres grossissant, bien différent en cela du sulfate de strychnine, qui cristallise en cubes. Il semble se rapprocher pour la forme du sulfate de morphine, qui cristallise en ramifications. Le sulfate de brucine est très-soluble dans l'eau et un peu dans l'alcool. Sa saveur est très-amère. Il est décomposé par la potasse, la soude, l'ammoniaque, la baryte, la strontiane, la chaux et la magnésie. Il est également décom-

posable par la morphine et la strychnine, qui s'y dissolvent facilement en s'emparant de son acide.

Le sulfate de brucine nous a paru n'être décomposable par aucun acide, si ce n'est par l'acide nitrique concentré; mais, dans ce dernier cas, l'acide nitrique agit sur les élémens même de la brucine, et y produit des modifications analogues à celles que la strychnine éprouve dans les mêmes circonstances. Il se manifeste aussitôt une belle couleur rouge nacarat. Ce phénomène si frappant pourrait même en imposer, et faire croire qu'on agit sur un sel de strychnine, si d'ailleurs on ne savait que les sels de morphine ont aussi la propriété de rougir par l'action de l'acide nitrique, quoique d'une manière moins prononcée, et si, d'un autre côté, des différences que nous signalerons dans un des paragraphes suivans, ne se manifestaient dans l'action prolongée de l'acide nitrique sur ces trois substances.

La brucine nous paraît susceptible de se combiner avec un excès d'acide sulfurique, et de former un sel acide un peu moins soluble. En effet, par l'addition d'un peu d'acide sulfurique dans une solution de sulfate neutre, on détermine souvent une cristallisation rapide. Les cristaux obtenus sont plus grands, et retiennent leur acide après avoir été redissous et cristallisés plusieurs fois.

Par des moyens analogues à ceux décrits dans notre Mémoire sur la strychnine, nous avons cherché à déterminer les proportions du sulfate neutre de brucine. La moyenne de plusieurs expériences nous a donné les résultats suivans :

Acide sulfurique.	8,840.	9,697;
Brucine.	91,160.	100,000;

Ou :

Acide, 100,0000;
Base, 1031,2448.

Le sulfate de strychnine, d'après nos expériences, est composé de :

Acide sulfurique.	9,500.	10,486;
Strychnine. . . .	90,500.	100,000;

Ou :

Acide 100,0000;
Base, 953,6525.

Le sulfate de morphine, d'après nos expériences, est composé de :

Acide sulfurique.	11,084.	12,465;
Morphine.	88,916.	100,000;

Ou :

Acide, 100,0000;
Base, 802,2402.

En comparant ces trois sels sous le rapport de leur composition, on voit que la morphine a une capacité de saturation plus grande que la strychnine, et que la brucine ne doit occuper que le troisième rang, puisque les nombres entiers qui expriment les quantités d'acide saturées par la même quantité de chacune de ces bases sont entre eux dans les rapports suivans : 12 : 10 : 9.

Nous avons remarqué, d'un autre côté, que, dans les mélanges des sels neutres de morphine, de strychnine et de brucine, l'état de naturalisation persistait ; d'où l'on peut conclure que ces substances alcalines saturent des quantités d'acides proportionnelles. On pourrait

donc calculer la composition de leurs sels comme on calcule la composition des sels minéraux. Nous en donnerons quelques exemples. Nous croyons également pouvoir conclure de ces faits que, dans ces sels, l'acide, ou son oxigène, est en rapport constant avec l'un des principes de la substance alcaline, et probablement avec son oxigène. D'après ces données, et en regardant les alcalis végétaux comme des oxides de carbone hydrogénés, nous pouvons calculer la quantité d'oxigène qu'ils doivent contenir. En effet, on sait que, dans les sulfates, l'oxigène de la base est à l'oxigène de l'acide comme 1:3. D'après cela, calculant la quantité d'oxigène contenue dans nos trois sulfates, nous trouverons, pour 100 parties de morphine, de strychnine et de brucine, les quantités suivantes :

Oxigène de la morphine,	2,4871 (1);
Oxigène de la strychnine,	2,0923;
Oxigène de la brucine,	1,9348.

Ces nombres correspondent-ils avec ceux que fournissent les analyses directes et élémentaires de la brucine, de la strychnine et de la morphine ?

---

(1) L'acide sulfurique contenant, sur 100 parties, oxigène 59,86 et soufre 40,14; 12,465, quantité saturée par 100 de morphine, doivent contenir oxigène $=7,4615$: or, si les sulfates à bases organiques suivent la loi des sulfates à bases inorganiques, 100 parties de morphine saturées par 12,465 d'acide sulfurique $=7,4615$ d'oxigène, doivent contenir oxigène $=\frac{7,4615}{3}=2,4871$. Les mêmes calculs ont été faits pour la strychnine et la brucine.

Nous ne nous expliquerons pas encore positivement sur cet objet; attendons que les analyses dont s'occupe M. Gay-Lussac, du moins pour les deux dernières de ces bases, soient connues. Cependant nous croyons, d'après nos propres expériences, que l'oxigène, quoiqu'en petite quantité dans ces substances, y est toutefois en proportions plus grandes que celles indiquées par les nombres que nous avons rapportés. Mais, dans ce cas, les rapports que nous avons trouvés n'en sont pas moins utiles à consigner. En effet, ne pourrait-on pas, dans la dernière supposition, regarder l'oxigène entrant dans ces substances comme jouant deux rôles différens, une partie étant combinée avec le carbone et l'hydrogène pour former un radical ternaire, et l'autre partie servant à oxider ce radical et à le rendre susceptible de se combiner aux acides? Sous ce point de vue, l'oxigène, entrant dans la composition des alcalis végétaux, peut donc être considéré comme séparé en deux parties, dont l'une serait dans un état électro-positif, et l'autre dans un état électro-négatif.

Nous avons dit que la brucine, la strychnine et la morphine étaient susceptibles de se combiner avec un excès d'acide sulfurique. Pour obtenir ces sels, nous avons ajouté dans leurs sulfates neutres une quantité d'acide sulfurique un peu plus forte que celle qu'ils contenaient déjà; nous avons fait évaporer ces sels au bain-marie, et nous les avons lavés avec de l'éther (l'alcool ayant la propriété de les dissoudre avec plus de facilité que l'eau elle-même). Les premières portions d'éther de lavage étaient acides; mais bientôt ce liquide cessait d'avoir aucune action sur ces sels, qui cependant,

redissous dans l'eau, étaient très-acides. Ce sont ces sels que nous avons considérés comme de vrais sulfates acides. Nous avons analysé avec beaucoup de soin celui de strychnine et celui de morphine, et nous avons trouvé qu'ils contenaient deux fois autant d'acide que les sulfates neutres. L'expérience n'a pas été faite sur le sulfate acide de brucine, parce que la matière commençait à nous manquer. Nous ne doutons pas qu'elle ne nous offre les mêmes résultats lorsque nous la ferons; mais nous ne voulons rien conclure *à priori* (1).

De l'Hydrochlorate de brucine.

Par son contact avec l'acide hydrochlorique, la brucine forme un sel neutre qu'on obtient très-facilement cristallisé. Ces cristaux sont des prismes à quatre pans

(1) Cette loi, qui semble exister pour tous les sulfates à base d'alcalis végétaux, pourrait nous offrir un moyen d'établir la capacité de la picrotoxine, en partant des résultats de M. Boullay, ce chimiste ayant donné de son sulfate l'analyse suivante : picrotoxine 90, acide sulfurique 10. Si les sels de picrotoxine sont toujours acides, comme nous l'apprend M. Boullay, il faut que le sulfate dont M. Boullay a donné l'analyse soit un sulfate acide qui, si les proportions sont constantes, correspondrait à un sulfate neutre qui n'existe pas; mais qui, dans le cas contraire, serait composé de 95 de picrotoxine et de 5 d'acide : d'où l'on conclurait la capacité de la picrotoxine. On voit alors qu'il faudrait la placer immédiatement après la brucine; mais ce ne sont ici que des conjectures auxquelles M. Boullay pourra substituer des faits.

tronqués par une face peu inclinée. Ils forment des aiguilles moins déliées que celles de l'hydrochlorate de strychnine. Il est inaltérable à l'air, très-soluble dans l'eau; chauffé au point où la matière végétale commence à s'altérer, il se décompose et laisse dégager son acide hydrochlorique en vapeurs blanches.

L'hydrochlorate de brucine est décomposé par l'acide sulfurique, qui en chasse l'acide hydrochlorique. L'acide nitrique a sur ce sel une action semblable à celle qu'il exerce sur le sulfate. Les bases salifiables susceptibles de décomposer le sulfate de brucine enlèvent aussi l'acide hydrochlorique de l'hydrochlorate.

Nous avons cherché à déterminer par l'analyse les proportions de l'hydrochlorate de brucine, et nous avons obtenu les résultats suivans, pour 100 parties de ce sel desséché au bain-marie:

Brucine	94,0467	100,0000;
Acide hydrochlorique.	5,9533	6,3310.

Par le calcul, en supposant toujours, d'après l'analyse du sulfate, que l'oxigène d'oxidation de la brucine est 1,9348, et admettant, d'après M. Berzelius (*Ann. de Chim. et de Phys.*, t. XI, p. 66), qu'il faut 29,184 oxigène dans une base pour saturer 100 d'acide hydrochlorique, nous trouvons :

Brucine.	100,0000 ;
Acide hydrochlorique.	6,6310 (1).

(1) 100 parties d'acide hydrochlorique demandent 29,184 d'oxigène dans les bases. La brucine contient, sur 100 par-

D'un autre côté, nous avons aussi fait l'analyse directe de l'hydrochlorate de morphine, et nous avons trouvé :

Morphine.	91,7115	100,0000 ;
Acide hydrochlorique.	8,2885	9,0375 ;

et par le calcul :

Morphine.	100,0000 ;
Acide hyrochlorique.	8,6235.

L'hydrochlorate de strychnine a aussi été analysé avec soin, et nous a donné les résultats suivans :

Strychnine.	92,9277	100,0000 ;
Acide hydrochlorique.	7,0723	7,6102.

---

ties, 1,9348 d'oxigène d'oxidation. 100 d'acide hydrochlorique demanderont donc une quantité de brucine contenant 29,184 d'oxigène d'oxidation. Il faut par conséquent chercher quelle est *la* quantité de brucine qui contiendra cette proportion d'oxigène, et pour cela il suffira de cette proportion :

$$1,9348 : 100 :: 29,1840 : x$$
$$x = \frac{29,1840 \times 100}{1,9348} = 1507,9077.$$

Donc 100 parties d'acide hydrochlorique satureront 1507,9077 de brucine. Pour trouver maintenant la quantité d'acide que 100 parties de brucine peuvent saturer, nous aurons :

$$1507,9077 : 100 :: 100 : x$$
$$x = \frac{100 \times 100}{1507,9077} = 6,6316.$$

Par le calcul, nous avons trouvé les proportions suivantes :

Strychnine.	100,0000 ;
Acide hydrochlorique.	7,1688.

En comparant les résultats de ces analyses à ceux obtenus par le calcul, on trouve qu'ils cadrent assez bien ensemble pour confirmer nos idées sur la nature de ces substances, et les lois que nous avons cherché à reconnaître. En effet, nous n'avons que des différences fractionnaires, et l'on sait que les analyses végétales ne peuvent être faites avec la précision qu'on peut apporter dans les analyses des substances minérales.

Nous remarquerons, avant de terminer l'examen de ces hydrochlorates, qu'il faut moins d'acide hydrochlorique que d'acide sulfurique pour saturer les alcalis végétaux, et en cela, ces substances, considérées toujours comme bases salifiables, se rapprochent encore des bases salifiables inorganiques.

Du Phosphate de brucine.

L'acide phosphorique s'unit à la brucine, et forme un sel neutre quand il est en dissolution ; mais ce sel ne peut cristalliser qu'avec excès d'acide. Dans ce dernier état, non-seulement ce sel cristallise très-bien ; mais c'est lui que nous avons obtenu en cristaux du plus grand volume ; plusieurs avaient une demi-ligne de hauteur sur une largeur encore plus grande. Ces cristaux sont des tables rectangulaires dont les bords portent un biseau. Cette cristallisation suffit seule pour faire distinguer le phosphate de brucine de celui de strychnine. Il

est très-soluble dans l'eau. Exposé à l'air sec, il s'effleurit légèrement. Il est plus soluble à froid dans l'alcool déflegmé; par le moyen de ce menstrue, on peut, jusqu'à certain point, purifier le phosphate de brucine, qui retiendrait des parties colorantes.

Du Nitrate de brucine.

Si l'action de l'acide nitrique sur la brucine semble devoir la rapprocher de la strychnine, et peut faire confondre ces deux substances au premier aperçu de quelques phénomènes, cette même action, étudiée avec soin, peut servir à faire distinguer ces deux substances. En effet, le nitrate neutre de strychnine cristallise en aiguilles d'un blanc opaque et nacré; le nitrate de brucine parfaitement neutre ne cristallise pas; par l'évaporation il se prend en une masse ressemblant à une gomme. Le nitrate de brucine avec excès d'acide cristallise, au contraire, très-bien, et offre des cristaux qui n'ont nullement l'aspect de ceux du nitrate de strychnine. Ces cristaux, quoique aciculaires, sont cependant très-distincts, et l'on peut y reconnaître des prismes quadrangulaires terminés par un biseau. Ce sel, exposé à la chaleur, rougit, noircit et s'enflamme comme le nitrate acide de strychnine.

Une plus grande quantité d'acide détermine sur-le-champ, dans le nitrate de strychnine, l'apparition d'une belle couleur rouge; mais la teinte de la couleur produite avec la brucine diffère de celle qu'on obtient avec la strychnine.

Cette action de l'acide nitrique sur la brucine est évi-

demment analogue à celle qu'il exerce sur la strychnine, et comme nous l'avons dit dans le Mémoire que nous avons lu sur cette dernière substance, elle nous semble consister dans une suroxidation de la matière alcaline, puisqu'on décolore les liqueurs par les corps avides d'oxigène, tels que le proto-hydrochlorate d'étain, l'hydrogène sulfuré, l'acide sulfureux, etc., comme le nitrate de strychnine, le nitrate rouge de brucine passe au jaune par la chaleur ou un plus grand excès d'acide; mais ici nous remarquerons un phénomène qui sert admirablement à distinguer la brucine de la strychnine : ce phénomène consiste dans la couleur violette très-intense et très-belle qui se manifeste aussitôt dans le nitrate jaune de brucine, au moment où l'on y ajoute du proto-hydrochlorate d'étain. L'on sait que l'addition de ce sel dans les nitrates jaunes de strychnine ou de morphine ne produit qu'un précipité d'un brun sale.

La couleur violette produite dans la solution de nitrate jaune paraît appartenir à une combinaison d'oxide d'étain et de brucine à un certain degré d'oxidation : cette combinaison se précipite en partie, et reste dissoute en partie dans la liqueur.

Nous n'avons pas eu assez de matière pour examiner plus à fond cette combinaison; nous nous proposons d'y revenir par la suite. Cette base se comporte avec l'iode et probablement le chlore, comme la strychnine, en donnant lieu à des iodates et hydriodates. Elle décompose aussi les sulfates de cuivre et de fer en partie, et forme des sels triples. Elle est sans action sur le soufre.

De quelques autres Sels de brucine.

petite quantité de matière que nous avions à notre
sition ne nous a pas permis de faire des remarques
ombreuses sur les autres sels de brucine. Parmi les
s végétaux, nous n'avons combiné à la brucine que
le acétique et l'acide oxalique.

acétate de brucine est extrêmement soluble, et nous
ons pu l'obtenir cristallisé.

oxalate de brucine cristallise, au contraire, en lon-
aiguilles, surtout lorsqu'il est avec excès d'acide.
s avons déjà eu l'occasion de signaler ce sel en par-
de la purification de la brucine.

l'Action de la brucine sur les substances animales végétales, etc., et autres observations détachées.

a brucine se comporte comme la strychnine avec la
art des principes immédiats des végétaux et des ani-
x : du moins nous n'avons pas remarqué de diffé-
e bien sensible : ainsi elle est très-soluble dans l'al-
, insoluble dans l'éther sulfurique et les huiles
ses, et très-peu soluble dans les huiles essentielles.

ous n'avons fait qu'un petit nombre d'essais sur
ion que la brucine exerce dans l'économie animale ;
s ces essais ont suffi pour nous convaincre que son
le d'action est analogue à celui qu'exerce la strych-
e dans les mêmes circonstances. Ainsi elle agit en
voquant de violentes attaques de tétanos, comme la
chnine ; elle agit sur les nerfs sans attaquer le cer-
u, ni affecter les facultés intellectuelles ; mais l'action

de la brucine est bien moins énergique; son intensité est à celle de la strychnine environ comme 1 : 12. En effet, il nous a fallu 4 grains de brucine pour tuer un lapin. Un chien assez fort ayant pris 3 grains de brucine, a éprouvé de violentes attaques tétaniques; mais il y a résisté. La brucine, ou plutôt l'extrait alcoolique de l'écorce de fausse angusture (car la brucine reviendrait à un prix trop élevé) pourrait peut-être remplacer, dans la thérapeutique, l'extrait de noix vomique; il aurait sans doute un mode d'action analogue, sans présenter l'inconvénient d'une aussi grande activité.

Nous bornerons ici ce Mémoire, pour ne pas abuser des momens que l'Académie a daigné nous accorder. Nous nous contenterons d'indiquer sommairement les résultats de l'analyse de l'écorce de fausse angusture, sans entrer dans aucun détail de manipulation. Nous signalerons ainsi l'acide gallique comme l'acide qui, dans la fausse angusture, sature la brucine; il existe de plus dans cette écorce une matière grasse qui, lorsqu'elle a été purifiée parfaitement, n'a pas d'action sur l'économie animale. On y rencontre une grande quantité de gomme, une matière colorante jaune, soluble dans l'eau et l'alcool, et qui ne nous a pas paru différente de celle qui existe dans la noix vomique; nous avons aussi trouvé des traces de sucre. Le corps de l'écorce est formé de ligneux.

Conclusions.

Il suit des faits principaux consignés dans ce Mémoire que la fausse angusture (écorce du *brucœa antidysenterica*) contient, combinée avec de l'acide gallique,

une base salifiable organique particulière; que cette substance forme des sels neutres et se combine aux acides en proportions définies; qu'elle a quelque analogie avec la strychnine, surtout par son mode d'action sur l'économie animale, qui cependant est beaucoup moins énergique; mais qu'elle en diffère essentiellement par ses propriétés physiques et chimiques; que cette matière nous a paru devoir être distinguée par un nom particulier, et que nous l'avons nommée *brucine* pour rappeler son origine; enfin, que la brucine doit être placée à la suite de la morphine et de la strychnine, non-seulement par la date de sa découverte, mais encore en raison de sa capacité et de son affinité pour les acides.

ANALYSE *d'un Mémoire intitulé :* Essai théorique et expérimental sur la résistance du fer forgé.

PAR M. DULEAU,

Ingénieur des Ponts et Chaussées, ancien élève de l'Ecole Polytechnique.

M. DULEAU ayant été chargé, en 1812, de la rédaction d'un projet de pont en fer forgé pour Cubzac, a profité avec empressement de cette circonstance favorable pour faire en grand des expériences nombreuses, et pour la plupart nouvelles, sur la force du fer, afin de connaître la résistance dont ce métal est susceptible lorsqu'il remplit, dans les constructions, la fonction de poutre ou d'étai vertical, ou d'arc faisant partie d'une voûte.

Presque tous les essais faits avant cet ingénieur n'avaient eu pour but que la détermination de la force nécessaire pour rompre une barre tirée dans le sens de sa longueur. Les expériences de M. D. ont eu lieu non-seulement sur des barres isolées, mais sur des systèmes composés de barres assemblées par différens modes de liaison. Il a fait aussi des observations sur la résistance qu'opposent à la torsion des barres en fer de longueurs et de formes différentes. Toutes les pièces éprouvées avaient de fortes dimensions : c'étaient les barres même que l'on trouve dans le commerce, et qu'on emploie dans les constructions.

Le principal but de cet ingénieur étant de rendre les résultats de ses expériences applicables à la pratique, il a pensé, avec raison, qu'il convient d'évaluer la résistance du fer forgé pour des poids peu considérables, et qui ne produisent que de légères inflexions. Si les inflexions étaient trop fortes, un tel changement de forme compromettrait la solidité des constructions dont le fer réunit les diverses parties.

Avant de rendre compte des résultats des expériences, nous allons présenter les propositions théoriques auxquelles M. D. a été conduit par l'examen de ses premières observations.

§ I. *Considérations théoriques sur la résistance des corps élastiques.*

Deux expériences que M. D. trouva dans un Mémoire de M. Aubry, inspecteur-général des ponts et chaussées, lui montrèrent que si l'on charge une pièce dans son mi-

lieu, perpendiculairement à sa longueur, elle prend des flèches proportionnelles aux charges. C'est la propriété qu'indique la théorie pour une lame élastique. Le fer résiste donc, dans ce cas, comme un corps doué d'une élasticité parfaite. Il était permis, d'après cela, d'espérer que les phénomènes que présenterait sa résistance pourraient être prévus, jusqu'à un certain point, par la théorie.

Dans un solide élastique terminé latéralement par une surface cylindrique ou prismatique, ou bien compris entre deux surfaces de cette espèce, on appelle *fibre* une série de molécules situées sur une parallèle aux droites génératrices de ces mêmes surfaces. Lorsqu'un pareil solide est soumis à l'action de son propre poids ou d'un poids étranger, une fibre quelconque et chaque élément de cette fibre en particulier, sont raccourcis ou allongés d'une quantité que l'on suppose proportionnelle à la force qui agit sur la fibre.

Lorsque le solide est suspendu verticalement et tiré par un poids à son extrémité inférieure, toutes les fibres s'allongent. Lorsqu'étant placé debout, il est chargé, à son extrémité supérieure, d'un poids qui ne le courbe pas, toutes les fibres se raccourcissent. Enfin, lorsqu'étant posé horizontalement, il est chargé d'un ou de plusieurs poids, on voit tout à-la-fois, dans chaque section verticale faite parallèlement à la longueur de la pièce, des fibres s'allonger et d'autres se raccourcir, tandis qu'une fibre intermédiaire conserve sa longueur primitive, en formant une courbe qu'on nomme la *courbe élastique*. Si, dans la même hypothèse, on coupe la pièce par des plans perpendiculaires à sa longueur, les

traces des fibres qui s'allongent sur chacun des mêmes plans se trouveront séparées des fibres qui se raccourcissent par une ligne que l'on peut appeler *ligne de passage de la tension à la compression.* Un principe mis en avant par Coulomb (*Mémoires des Savans étrangers*, année 1773), par Jacques Bernoulli (*Mémoires de l'Académie des Sciences*), mais qui jusqu'à présent n'a pas été démontré d'une manière rigoureuse, c'est que, pour une pièce peu courbée, la ligne de passage dont il s'agit est, dans chaque plan vertical, une droite horizontale tellement placée que les momens des tensions des fibres supérieures, par rapport à cette ligne, forment une somme équivalente à celle qu'on obtient en ajoutant les momens des compressions des fibres inférieures. Il suit de là que si la section transversale de la pièce est divisible par une droite horizontale en deux parties symétriques, cette droite elle-même est *la ligne de passage de la tension à la compression.*

Pièces horizontales.

En appliquant ces considérations à une pièce placée horizontalement et chargée d'un ou de plusieurs poids, et en supposant de plus que la courbure de cette pièce est très-petite, on voit facilement : 1° que chacune des tranches de cette pièce comprises entre deux plans perpendiculaires à sa longueur et très-rapprochés, résiste aux poids qui tendent à courber la pièce, proportionnellement à l'angle infiniment petit que forment ces deux plans normaux à la direction des fibres ; 2°. que pour chacune de ces tranches, les fibres opposent une résis-

tance proportionnelle à la distance qui le sépare de la ligne de passage de la tension à la compression.

La première de ces remarques établit l'identité de la courbure d'un solide élastique avec celle d'une lame élastique; la seconde permet de reconnaître l'influence qu'exerce la forme de chaque solide sur sa résistance. M. D. a été conduit, par les observations précédentes, aux résultats théoriques suivans, dont la plupart n'étaient pas connus au moment où son Mémoire a été rédigé.

Pour deux pièces rectangulaires de dimensions différentes, chargées perpendiculairement à leur longueur, les flèches ou les descensions du point chargé, sous un même poids, sont en raison inverse des cubes des longueurs, et en raison directe des largeurs et des cubes des épaisseurs.

La résistance d'une pièce carrée posée soit sur une face, soit sur un angle, est la même.

La résistance d'une pièce ronde est à celle d'une pièce carrée d'un côté égal au diamètre de la première, comme les $\frac{3}{4}$ de la circonférence d'un cercle sont au contour du carré circonscrit. Une conséquence de ce théorème est qu'à volume égal, la résistance d'un cylindre est à celle d'une pièce carrée comme 20 est à 21, à très-peu près.

Lorsqu'une pièce, posée par ses deux extrémités sur deux appuis, est abandonnée à son propre poids, la flèche qu'elle prend est à celle que produirait le même poids concentré au milieu, comme 5 est à 8.

Lorsqu'une pièce posée par son milieu sur un support est abandonnée à son propre poids, la flèche est à celle que produirait le même poids partagé en deux parties égales posées aux deux bouts, comme 3 est à 8.

Pièces verticales pressées dans le sens de leur longueur.

Lorsqu'une pièce posée debout sur un plan horizontal est chargée d'un poids à sa partie supérieure, nous avons vu qu'elle commence par se comprimer également ; cette égalité de compression se maintiendrait malgré l'augmentation des poids, s'il n'y avait aucune cause qui tendît à faire céder les fibres sur une face plutôt que sur l'autre, ou, ce qui revient au même, à faire prendre une courbure à la pièce ; mais il n'en est pas ainsi, et la pièce est disposée par avance à se plier d'un côté plutôt que de l'autre. Il arrive même quelquefois que le sens de cette courbure n'est pas le même pour les différentes parties de la longueur de la pièce. Cette inflexion ou ces inflexions dont la tendance existe, sont ensuite déterminées à paraître par l'action des poids qui pressent dans le sens de la longueur. Alors, si l'on coupe la pièce par un plan parallèle à sa longueur et dans le sens de sa courbure, c'est à la partie concave de la section que se trouvent les fibres les plus comprimées ; à la partie convexe, elles le sont moins, et peuvent même, suivant la grandeur de la courbure, être allongées. En tout cas, la courbure de ce solide est la même que celle d'une lame élastique pressée dans le sens de sa longueur, et, comme on l'a trouvé pour une lame, un solide élastique pressé debout résiste jusqu'à ce que le poids qui le comprime ait atteint une certaine limite au-delà de laquelle le solide se plie tout-à-fait. S'il arrivait de plus que, dans la section longitudinale de la pièce, le nombre et la position des fibres tendues ou comprimées fussent les mêmes que lorsque la même pièce est placée

horizontalement et chargée perpendiculairement à sa longueur, on pourrait, comme pour une lame élastique, trouver une relation entre le rapport constant de la charge et de la flèche correspondante de la lame placée horizontalement, et le poids qui peut faire plier la même lame pressée verticalement. Quoiqu'il n'en soit pas ainsi à la rigueur, en admettant cette hypothèse qui simplifie beaucoup la question, et dont les conséquences analytiques s'accordent suffisamment avec l'expérience, M. D. est parvenu aux résultats suivans :

Le poids capable de faire plier une pièce en la pressant dans le sens de sa longueur, est proportionnel au produit qu'on obtient en multipliant, par la longueur de la pièce, la résistance qu'elle présente lorsqu'elle est chargée perpendiculairement à la direction de ses fibres (1). Il suit de là que, *pour une pièce quelconque, ce poids est en raison inverse du carré de la longueur,* et que, *pour une pièce rectangulaire, il est de plus en raison directe de la largeur et du cube de l'épaisseur.*

Cette relation, bien qu'elle ne soit qu'approximative, est très-précieuse pour la pratique, en ce que les expériences sur des pièces de forte dimension chargées debout sont difficiles et coûteuses; tandis qu'il n'y a rien de plus

---

(1) Cette proposition n'est vraie, ainsi que l'a remarqué la Commission chargée par l'Académie de l'examen du Mémoire de M. D., que pour une lame élastique, flexible, mais non extensible ou compressible dans le sens de la longueur, comme l'est un solide élastique.

simple que d'essayer ces mêmes pièces, en les chargeant perpendiculairement à leur longueur.

Systèmes composés de pièces laissant des vides entre elles, et liées de manière à ne pouvoir ni s'écarter ni glisser l'une sur l'autre.

Pour calculer la résistance d'un semblable système, il suffit de se rendre compte de celle qu'il présenterait s'il était plein, et d'en soustraire la résistance du solide qui en est retranché par le vide du système. D'après ce principe, M. D.... a trouvé immédiatement les propositions suivantes :

Lorsque deux pièces rectangulaires de dimensions égales sont placées l'une au-dessus de l'autre à une distance a, *et liées entre elles de manière à ne pouvoir ni s'écarter ni glisser l'une sur l'autre, la résistance du système de ces deux pièces est proportionnelle à*

$$(e+a)^3 - a^3,$$

e désignant la somme de leurs épaisseurs. On voit combien la résistance du système doit croître avec la distance a entre les pièces. D'après cela, si l'on fait $e=1$, et $a=14{,}50$, la résistance du système sera 180 fois plus considérable que celle d'une pièce de même largeur ayant une épaisseur égale à 1. Ces dimensions sont tirées d'une expérience faite à ce sujet, qui a donné le résultat annoncé à $\frac{1}{7}$ près.

Pour une pièce en forme de tuyau cylindrique ou carré, la résistance est proportionnelle à la différence entre les quatrièmes puissances des diamètres extérieur et intérieur. Il résulte de là qu'un tuyau creux dont l'épaisseur

serait $\frac{1}{20}$ de son diamètre, aurait une résistance 9 fois $\frac{1}{2}$ plus forte qu'un cylindre plein de même poids.

§ II. *Expériences préliminaires.*

Avant de vérifier par l'expérience ces résultats théoriques, M. D... a d'abord cherché à s'assurer si, pour le fer, les molécules s'écartent ou se rapprochent proportionnellement à la force qui agit sur elles, et pour cela il a courbé par pression, à froid, une barre rectangulaire : les fibres de la partie convexe se sont allongées justement autant que celles de la partie concave se sont raccourcies, et cet allongement ou ce raccourcissement a été jusqu'à 0,058 de la longueur primitive.

Pour vérifier ensuite un principe employé par Coulomb, M. D.... a chargé horizontalement une barre en fer forgé, ayant la forme d'un prisme triangulaire équilatéral, et placé sur les supports de manière à ce qu'une arête fût alternativement en-dessus et en-dessous. Il a trouvé que la résistance était la même dans les deux cas ; ce qui ne peut arriver, à cause de la forme prismatique de la pièce, qu'autant que la somme des momens des fibres tendues dans une section transversale de cette pièce est égale à celle des momens des fibres comprimées. (C'est l'énoncé du principe employé par Coulomb, dont il n'a pas été donné jusqu'à présent de démonstration rigoureuse.)

§ III. *Expériences sur des Pièces horizontales.*

M. D.... a fait plus de quarante expériences sur des barres en fer forgé, placées sur deux appuis, et chargées

ou de leur propre poids ou de poids additionnels placés sur leur milieu. La longueur de ces barres a varié depuis 1^m jusqu'à 5^m ; et leur épaisseur depuis $0^m,005$ jusqu'à $0^m,108$. Pour trente-six expériences relatives aux pièces rectangulaires, le résultat théorique est au résultat expérimental moyennement comme 1 est à 0,968; un très-petit nombre d'observations présentent des différences notables : pour l'une d'elles, le rapport précédent est 1 : 1,25, et pour l'autre, 1 : 0,77. Le résultat théorique, dans cinq expériences sur des barres rondes, est à celui de l'expérience comme 1 est à 1,005. Il résulte de ces expériences qu'une pièce de $0^m,20$ de largeur sur $0^m,02$ d'épaisseur, posée sur deux appuis distans de 2^m, prend, sous $160^{kil.}$, une flèche de $0^m,01$.

Ces observations s'accordent presque toutes à démontrer un résultat très-important pour la pratique : c'est que la qualité du fer influe très-peu sur sa résistance au commencement de son inflexion. Nous en excepterons cependant le fer forgé en Angleterre au moyen de laminoirs substitués aux martinets. Il paraît que ce fer, d'une régularité parfaite pour les dimensions, n'a pas les molécules pressées comme elles le seraient par l'effet du marteau. Les ouvriers exercés le connaissent très-bien pour être cassant, et pour présenter dans sa cassure une cristallisation à gros grains. Ce fer participe un peu de l'irrégularité que présente l'acier non trempé dans sa résistance et son élasticité. Des expériences faites par M. D.... sur cette dernière matière, ont montré que quelquefois elle offre une résistance égale à celle du fer forgé ; et que d'autres fois elle présente de grandes différences d'élasticité, auxquelles, à la vérité, on devait s'attendre.

§ IV. *Expériences sur des pièces pressées dans le sens de leur longueur.*

M. D. a essayé de cette manière un tiers environ des barres en fer forgé qu'il avait auparavant soumises aux expériences précédentes. Il résulte de toutes les observations qu'une barre de 2^m sur $0^m,20$ et $0^m,02$, pressée debout, ne plie que sous un poids de 7600 kilogrammes environ.

Ici les résultats d'observation sont augmentés par une cause dont on n'a pas pu calculer exactement l'influence : c'est le frottement du lévier au moyen duquel était produite la pression. M. D. a évalué à $\frac{1}{25}$ environ le frottement du lévier contre le boulon en fer qui passait dans son extrémité ; mais il s'est aperçu d'un autre frottement accidentel et variable du lévier contre l'enfourchement qui portait ce boulon. Le résultat théorique est à celui de l'expérience comme 1 est à 1,19. La Commission chargée de faire à l'Académie des Sciences un rapport sur le travail de M. D. pense, avec raison, que l'on doit attribuer en partie cette différence à ce que la formule relative à la résistance d'une pièce chargée debout n'est qu'approximative : d'après l'examen des circonstances physiques du problème, elle semble devoir donner un résultat trop faible. Dans la section transversale d'une pièce pressée debout, les fibres comprimées sont probablement en plus grand nombre que les fibres tendues, ce qui doit augmenter la résistance de cette pièce.

§ V. *Expériences sur des systèmes de pièces assemblées de manière à laisser un intervalle entre elles.*

M. D...., après avoir vérifié la loi théorique qu'il avait trouvée sur des systèmes de pièces liées ensemble par des boulons et séparées par des cales, a essayé un assemblage formé de deux pièces de 6^m de longueur, et $0^m,011$ d'épaisseur, maintenues à une distance de 14,5 fois cette épaisseur à l'aide de croix de Saint-André, moyen de liaison souvent employé dans les constructions, et surtout dans les derniers projets de ponts en fer. La résistance théorique de ce système est 1443 fois celle de l'une des deux pièces isolées ; l'expérience donne seulement 1240 fois. Il faut attribuer cette différence au jeu inévitable et à la flexion des croix de Saint-André. M. D. indique, dans ses observations, un mode de liaison plus parfait, employé pour former avec deux pièces de fer un système très-solide : ce moyen consiste à courber l'une des pièces en forme d'arc aplati, dont les extrémités seraient maintenues entre deux talons saillans placés aux extrémités de l'autre pièce, qui servirait ainsi de corde à la première. M. D. calcule la résistance d'un pareil système qui présente, autant qu'il le faut pour la pratique, la propriété d'égale résistance. Il indique ensuite comme moyen de liaison parfait entre deux pièces horizontales placées à une certaine distance l'une au-dessus de l'autre, d'autres pièces verticales liées aux premières, de manière à former un tuyau carré. M. D. n'a pas fait d'expériences sur de pareils systèmes, non plus que sur les tuyaux ronds. Il est probable que l'ob-

servation s'accorderait avec la théorie, à cause de la liaison parfaite entre les parties de ces systèmes.

§ VI. *Expériences sur les pièces tirées dans le sens de leur longueur.*

Nous avons vu, au commencement de cette analyse, que les expériences faites sur le fer forgé avant celles de M. D. n'avaient eu pour objet que la détermination de la force nécessaire pour rompre une barre de fer tirée dans le sens de sa longueur. Cet ingénieur présente le tableau des résultats de ces expériences, et il trouve que le poids nécessaire pour produire la rupture est de 35 à 60 kilogrammes par millimètre carré de la section transversale de la barre, suivant la qualité du fer. Mais il est intéressant de connaître combien une barre de fer s'allonge par l'effet d'un poids trop faible pour la rompre : c'est ce qu'il est très-difficile de déterminer exactement par des expériences directes, et ce que M. D. a déduit avec une grande exactitude de ses observations sur les pièces chargées perpendiculairement à leur longueur. Il a trouvé ainsi qu'une pièce d'un mètre de longueur s'allonge d'un dixième de millimètre, lorsque l'on fait croître de 4 kilogrammes le poids moyen porté par un millimètre carré de la section transversale. On peut déduire de ce résultat la vitesse du son dans le fer forgé, par la formule connue; on trouve cette vitesse de $7087^{m},82$ par seconde. M. D. a tiré également de ses expériences le degré de compression ou de dilatation qui fait perdre aux pièces de fer leur élasticité; il a trouvé qu'il dépendait, ainsi qu'on devait s'y attendre, de la qualité du fer

employé. La dilatation ou compression pour laquelle les pièces de fer ont cessé d'être élastiques a varié dans les diverses expériences, depuis $\frac{1}{4}$ de millimètre par mètre jusqu'à 1 millimètre. Le poids qui produisait cette dilatation était, comme on peut le voir, le $\frac{1}{8}$ au moins, et les $\frac{2}{3}$ au plus du poids capable de rompre la pièce.

§ VII. *Expériences sur une pièce courbée en forme d'arc, et dont les extrémités sont situées entre deux appuis fixes dans un même plan horizontal.*

M. D. n'a pas essayé de résoudre le problème dans sa généralité ; mais ayant observé qu'un arc chargé en son milieu s'aplatit aux environs du point chargé et devient plus convexe aux extrémités, et que les points où la courbure ne change pas sont sensiblement placés au tiers, à partir de chaque extrémité, il a cru pouvoir, sans trop s'éloigner de la vérité, regarder cet arc comme composé de trois ressorts opposés l'un à l'autre, bout à bout. De telles considérations, lorsqu'elles ne sont pas accompagnées de moyens d'évaluer le degré d'approximation qu'elles procurent, fournissent des résultats sur lesquels on ne peut s'appuyer avec certitude. Ces résultats méritent cependant quelque attention lorsqu'ils sont confirmés par les expériences, et qu'ils constituent les premiers essais présentés sur une question très-importante pour la pratique. Voici ceux de M. Duleau :

Lorsqu'un arc ou pièce cintrée est chargé en son milieu, l'abaissement du point chargé est égal, pour un poids très-petit, aux deux tiers de la flèche que le même poids ferait prendre à une barre droite de mêmes lar-

geur et épaisseur que l'arc essayé, mais d'une longueur trois fois moindre, posée par ses extrémités sur deux appuis.

L'arc fléchit tout-à-fait sous un poids égal à trois fois celui qui serait capable de produire sa propre flèche pour la pièce redressée et posée horizontalement sur deux appuis.

Cet arc fléchit de même sous deux poids égaux au précédent, posés, de chaque côté, au sixième, à partir de chaque extrémité.

Le point le plus défavorable où puisse être chargé cet arc est au quart, à partir d'une extrémité; il fléchit sous deux fois le poids capable de produire la flèche primitive pour la pièce redressée et posée horizontalement sur deux appuis.

L'arc soumis aux expériences, et pour lequel les propositions précédentes ont été confirmées par des observations répétées, avait $0^m,06$ sur $0^m,02$, $6^m,40$ de longueur de corde, et $0^m,70$ de flèche.

§ VIII. *Expériences sur la résistance du fer à la torsion.*

Lorsqu'une pièce de fer cylindrique est maintenue fixe par un bout et tordue par le moyen d'une force appliquée à l'autre extrémité, il est naturel de supposer, 1° que la pièce étant coupée par des plans perpendiculaires à sa longueur, l'angle de torsion est le même pour toutes les molécules situées dans chaque section; 2° que cet angle varie d'une section à l'autre, et croît proportionnellement à la distance entre la section que l'on

considère et la première extrémité de la pièce. En partant de ces principes, M. D. trouve immédiatement que la résistance qu'oppose une pièce de fer rond à la torsion est en raison inverse de la longueur, et en raison directe de la quatrième puissance du diamètre. Douze expériences sur des pièces dont le diamètre a varié depuis $0^m,015$ jusqu'à $0^m,036$, ont confirmé cette théorie. Il résulte de ces expériences qu'une barre ronde de 1^m de longueur et de $0^m,01$ de diamètre se tord, à son extrémité libre, de 1° sexagésimal, par l'action d'un poids de $22^{kil.}$, agissant à la circonférence de la barre. En appliquant les mêmes considérations à un tuyau creux, on trouve que sa résistance à la torsion est proportionnelle à la différence entre les quatrièmes puissances des diamètres extérieur et intérieur. Ce résultat théorique n'a encore été vérifié par aucune expérience.

Le travail de M. D., rédigé en 1812 et présenté, l'année suivante, au Conseil des Ponts et Chaussées, est antérieur à celui de plusieurs physiciens qui se sont occupés de recherches analogues relativement à la résistance des bois. (X.)

Lettre *de* J. André Deluc *neveu aux Rédacteurs des* Annales de Chimie et de Physique, *sur les Blocs de roches primitives épars dans certaines vallées de la chaîne du Jura.*

Genève, 25 octobre 1819.

« Messieurs,

» Vous devez comprendre combien les additions au Mémoire de M. Léopold de Buch (1), sur les causes du transport des blocs de roches alpines sur le Jura, ont été intéressantes pour moi : l'hypothèse de ce célèbre géologue avait en effet besoin d'éclaircissemens, et M. Brochant-de-Villiers l'a fait d'une manière si claire qu'elle ne laisse rien à desirer. Mon but n'est point d'en faire ici un examen complet; je me bornerai à quelques remarques sur les vallées de Travers et de Saint-Imier, dont il est question à la page 243, où il est dit que ces vallées du Jura sont *ouvertes* vers la vallée de l'Aar, et que les blocs de roches primitives que l'on y observe font partie du dépôt de cette vallée, et sont semblables aux granites du Grimsel et des montagnes environnantes où l'Aar prend ses sources.

» Supposons que le courant qui descendait des montagnes du Grimsel par la vallée de l'Aar eût conservé assez de force pour charrier de grands blocs jusqu'aux environs de Berne, malgré qu'il eût perdu nécessairement toute cette force en arrivant dans les bassins des lacs de

(1) *Voyez* ces *Annales*, pour mars 1819, t. X, p. 241.

Brientz et de Thun; je demande si lorsque ce courant serait arrivé dans la région sans limite des lacs de Morat, de Bienne et de Neufchâtel, il ne serait pas devenu une vaste mer dont les eaux se seraient écoulées graduellement, d'un côté, dans la direction du lac de Neufchâtel vers le sud-ouest, et de l'autre, dans celle de l'Aar vers le nord-est, n'ayant de force que pour charrier des boues sans aucun caillou. Cet écoulement aurait encore été retardé par l'affluence des eaux descendant en même temps par les autres vallées des Alpes et par celles du Jura, puisqu'il eut lieu à l'époque de la retraite de l'ancien Océan. Comment donc les eaux de la vallée de l'Aar auraient-elles pu faire remonter des grands blocs dans les vallées de Travers et de Saint-Imier, qui sont situées au-delà de la région des trois lacs que nous venons de nommer et à un niveau beaucoup plus élevé (1)? Je pourrais m'arrêter ici; mais je ne crois pas inutile d'examiner l'entrée de ces vallées.

» M. de Buch dit qu'elles sont *ouvertes* vers la vallée de l'Aar; on pourrait dire avec plus de raison qu'elles sont *fermées* de ce côté-là; car peut-on appeler des ouvertures, telles qu'il les faudrait dans l'hypothèse de M. de Buch, les défilés très-étroits par lesquels les rivières s'échappent de ces vallées?

» La *Reuss* sort du val Travers par deux défilés appelés les *Orillons* et la *Clusette;* là, une des montagnes latérales s'avance au point qu'elle paraît *fermer* le passage, et que la rivière ne trouve, pour s'écouler, qu'un

---

(1) La loi de la gravitation veut que les eaux descendent et ne montent pas.

canal très-étroit. A la Clusette, les rochers sont tellement à pic qu'il a fallu tailler le chemin dans le roc vif, et construire un mur pour garantir les passagers du précipice. On ne peut donc supposer qu'aucun courant rapide ait pu remonter dans cette vallée depuis le bassin du lac de Neuchâtel. D'ailleurs cette vallée, comme toutes les autres, devait être elle-même pleine d'eau qui se serait opposée à l'introduction de toute eau étrangère. Cependant, dans la partie supérieure du val Travers, qui est fermée de toutes parts par des montagnes calcaires, on trouve un nombre si prodigieux de blocs de roches primitives (1) que l'on se croirait dans une vallée des hautes Alpes.

» Il en est de même du val Saint-Imier : la *Suze* en sort par trois longs défilés. Le premier est près de *Sonceboz* : c'est une fracture qui coupe la montagne du haut en bas, et qui forme un des passages les plus pittoresques que l'on observe dans la chaîne du Jura. En sortant de ce défilé, on entre, par le village de la *Hutte*, dans un grand bassin entouré de hautes montagnes. Celles-ci semblent ne laisser aucune issue à la rivière, jusqu'à ce qu'on s'approche d'une fente qui coupe ces montagnes dans toute leur hauteur ; au fond de cette fente, on voit la Suze se précipiter de rocher en rocher. Cette rivière passe encore un troisième défilé avant d'entrer dans la plaine de Bienne. De plus, ces passages étroits ne sont pas sur la même ligne que la vallée ; car la rivière, après avoir coulé long-temps vers le nord-est, tourne subite-

---

(1) Comme dans les environs des villages de *Couvet*, de *Motier*, de *Pierrenoud*, de *Fleurier* et de *Saint-Sulpi.*

ment vers le sud pour passer ces défilés, et vient se jeter dans le lac de Bienne, dans la direction du sud-ouest. C'est donc avec raison que mon oncle, dont j'emprunte ces descriptions (1), dit que la vallée de Saint-Imier est *fermée* du côté des Alpes. Cependant toute cette vallée est jonchée de blocs et de masses plus petites de roches primitives; c'est un véritable magasin de pierres primordiales. D'où sont-elles venues? Ce n'est certainement pas de la chaîne des Alpes. Ainsi, l'hypothèse de M. de Buch, pour expliquer la présence des blocs de roches primitives dans la chaîne calcaire du Jura, est inadmissible. Je renvoie au Cahier de juin 1818 de ces *Annales*, t. VIII, p. 137, où j'avais déjà fait observer que les vallées de Travers et de Saint-Imier étaient complètement séparées de la chaîne primitive des Alpes par la plus haute crête du Jura. Tout ce que j'ai dit de plus à cet égard était parfaitement exact.

» M. de Buch a cru voir que les blocs primitifs se rencontraient toujours dans une position qui était en rapport avec le débouché de ces vallées; et mon oncle les a vus en rapport avec la manière dont les masses des couches se sont rompues et renversées, laissant en plusieurs endroits des vides par lesquels les blocs sont sortis de l'intérieur de la terre. Ainsi, par exemple, il n'y a point de blocs dans les défilés, parce que les montagnes étaient trop rapprochées pour laisser sortir des fragmens des couches primitives inférieures; mais, dans les vallées

---

(1) *Voyages géologiques dans quelques parties de la France, de la Suisse et de l'Allemagne;* Londres, 1813, § 121, 124, 125, 46, 47; publiés en anglais.

d'une certaine largeur, ces fragmens sont en grand nombre sur la base des montagnes voisines. Il y en a aussi sur les parois des cirques ou des *combes* profondes qui indiquent un gouffre dans leur centre, d'où les blocs ont pu sortir par l'effet de l'affaissement des couches. Il y en a encore à l'embranchement des vallées, parce que les masses de couches, en plongeant dans la terre, ont laissé de plus grands intervalles pour la sortie des blocs qui ont été rejetés au dehors, et qui se sont portés vers l'entrée des vallées latérales.

» Tous ces phénomènes sont si compliqués dans les vallées des Alpes et dans leur voisinage, que j'ai balancé souvent entre les deux hypothèses ; mais je me propose, dans un ouvrage futur, de présenter les phénomènes sous leurs différentes faces, et de chercher à décider cette grande question. On ne peut le faire qu'en étudiant et en décrivant les phénomènes de cette classe dans toutes les parties de l'Europe, et même dans les différentes parties de notre globe. »

DESCRIPTION *des procédés employés dans la fabrication du fer-blanc.*

PAR SAMUEL PARKES.

(Extrait d'un Mémoire lu devant la Société philosophique de Manchester.)

LE fer en barres anglais destiné à la fabrication du fer-blanc, et que l'on désigne par le nom de *fer à étain* (*tin-iron*), doit être de la meilleure qualité. On le pré-

pare généralement avec du charbon de bois, au lieu de de charbon de terre, et on porte le plus grand soin à sa fabrication. On commence par couper les barres de la longueur nécessaire, et on les réduit ensuite au laminoir, par un procédé qui est particulier à ce genre de fabrication, en feuilles d'une épaisseur et d'une forme convenables. On donne alors à ces feuilles, en les coupant avec des cisailles, les dimensions exigées dans le commerce. A mesure que l'ouvrier coupe les feuilles, il les empile, avec l'attention de séparer les caisses les unes des autres par une feuille mise en travers. Deux cent vingt-cinq feuilles forment une caisse; mais elles ne sont pas mises dans des caisses de bois à cette époque de l'opération. Les feuilles de fer passent ensuite, de l'atelier où on les a coupées, dans les mains du décapeur (*scaler*), qui les ploie une à une par le milieu, dans cette forme Λ, avant de les décaper pour les étamer, et pour la commodité de les placer dans le fourneau à décaper, comme on va l'expliquer plus en détail.

Ce fourneau ou four est chauffé par la flamme d'un foyer d'une construction particulière, et c'est cette flamme qui décape les feuilles que l'on met dans le four par rangées de trois feuilles, jusqu'à ce que le four soit plein. Il est clair que si on les mettait à plat sur la sole du four, la flamme ne jouerait que sur une face de chaque feuille, tandis qu'étant pliées, comme on l'a déjà dit, elle agit également sur les deux faces. On peut remarquer ici que la forme de toutes les feuilles de fer-blanc, une sorte exceptée, est celle d'un parallélogramme, et que si une feuille de papier fort ou de

carton, de 13 $\frac{3}{4}$ pouces de long sur 10 de large, est pliée à son centre sous un angle d'environ 60°, et posée ensuite sur ses deux bords extrêmes, on aura la forme d'une feuille n° 1, convenablement disposée pour le four à décaper.

L'opération du *nettoyage* des feuilles (*cleansing*), comme on l'appelle, et qui précède celle destinée à enlever les écailles d'oxide, se commence en laissant les feuilles pendant quatre ou cinq minutes dans un mélange d'acide muriatique et d'eau, dans la proportion de quatre livres d'acide et de vingt-quatre d'eau. Cette quantité d'eau acidulée suffit généralement pour 1800 feuilles ou pour huit caisses de 225 feuilles chacune.

Après le séjour prescrit des feuilles dans la liqueur acide, on les en retire, et on les place sur le sol, trois dans une rangée, et alors, par le moyen d'une barre de fer placée au-dessous d'elles, on les porte dans le fourneau chauffé au rouge, où on les laisse jusqu'à ce que la chaleur en ait détaché les écailles d'oxide; opération que l'on avait en vue en les soumettant à cette haute température.

Lorsque cet effet est produit, on pose les feuilles sur une aire où on les laisse refroidir. On les redresse ensuite et on les aplatit sur un bloc de fonte de fer. L'ouvrier connaît, à l'apparence des feuilles, pendant cette opération, si elles ont été bien décapées, c'est-à-dire, si la rouille ou oxide a été bien enlevée; car alors elles paraissent bigarrées de bleu et de blanc, en quelque sorte comme le papier marbré. L'opération qu'on vient de décrire s'appelle *décaper* (*scale*).

Comme il est impossible d'empêcher que pendant ce pro-

cédé les feuilles ne se voilent ou ne se défigurent, on les lamine une seconde fois entre une paire de cylindres de fonte de fer convenablement endurcie et d'un très-beau poli. Cette opération rend les deux faces des feuilles parfaitement unies, et leur donne une sorte de poli. Les cylindres ont chacun environ 17 pouces de longueur et 12 ou 13 de diamètre; mais je suis porté à penser que si leur diamètre était plus grand, ils rendraient les feuilles de fer plus planes, et favoriseraient beaucoup le travail sous tous les rapports (1).

Tous les cylindres qui sont employés dans cette fabrication pour laminer les feuilles, soit à chaud, soit à froid, sont des cylindres durs; et il y a autant de différence entre une paire de cylindres de fonte de fer durs et une paire de cylindres doux, quoiqu'ils puissent provenir d'une même fusion, qu'il y en a entre l'acier et le fer. Les ouvriers m'ont appris que cette différence dans la dureté des cylindres est entièrement due à la manière de les couler; les cylindres doux sont coulés dans du sable, pendant que les cylindres durs sont formés en versant le métal dans une boîte épaisse de fonte de fer. Le métal, en venant en contact avec la boîte qui est froide, est refroidi assez brusquement pour que toute la surface du cylindre devienne très-dure. La différence dans la dureté de ces deux espèces de cylindres est si grande, que lorsqu'on

---

(1) Depuis que ceci est écrit, j'ai soumis mon manuscrit à une personne qui est intéressée pour beaucoup dans une manufacture de fer-blanc, et elle m'a dit que les cylindres que l'on y emploie pour laminer à froid ont 30 pouces de diamètre.

les place sur le tour pour les égaliser, les tournures de l'un ont un huitième de pouce d'épaisseur; tandis que celles qui proviennent de l'autre ne sont pas plus épaisses que de très-fines aiguilles. La dureté de la fonte de fer variant ainsi suivant la nature du moule dans lequel on la coule, est une circonstance qui me paraît mériter une grande attention dans la fabrication d'une foule d'autres ustensiles dans les arts.

Ces cylindres sont employés sans chaleur; mais ils sont fixés très-solidement l'un sur l'autre, laissant seulement entre eux l'espace nécessaire pour faire passer les feuilles, afin qu'on puisse leur donner le plus grand degré de pression qu'il soit permis d'atteindre. Cette dernière opération se nomme *laminage froid.*

Lorsque les feuilles de fer ont subi cette opération, on les met une à une dans des auges remplies d'une préparation liquide appelée *lessive.*

C'est purement de l'eau dans laquelle on a fait tremper du son pendant neuf ou dix jours, jusqu'à ce qu'il ait acquis une acidité suffisante. L'objet, en mettant les feuilles une à une dans les auges, est qu'elles soient en contact de toutes parts avec la lessive : on les y laisse sur leurs bords l'espace de dix ou douze heures; mais pendant ce temps on les retourne ou on les renverse une fois.

Au sortir de la lessive, on plonge les feuilles dans un mélange d'acide sulfurique et d'eau, dans des proportions qui varient suivant le jugement des ouvriers.

Le bassin dans lequel cette opération s'exécute est en lames épaisses de plomb, et son intérieur est divisé par des cloisons qui sont également en plomb : chaque

abondance que l'autre, contient toujours une portion de fer, de soufre, et d'autres substances nuisibles, et n'est employée, à cause de cela, que pour des usages communs. L'étain en grains, au contraire, qui est à-peu-près exempt de toute impureté, et qui se vend ordinairement plus cher de vingt-quatre à trente-six francs par quintal, est employé dans la teinture et dans toutes les autres circonstances pour lesquelles il est nécessaire que l'étain soit pur. Je veux aussi faire remarquer que, dans mon opinion, il serait plus avantageux au propriétaire d'une manufacture de fer-blanc d'employer de l'étain en grains seul, ou mêlé avec l'étain connu sous le nom d'*étain raffiné*, parce que ces deux espèces non-seulement sont plus pures, mais que, comme je l'ai reconnu par ma propre expérience, elles se fondent en un métal plus liquide. Il résulte de cette propriété que pendant l'étamage il resterait moins d'étain adhérent aux feuilles de fer, et que la consommation de ce métal serait moins considérable. Dans ce moment, les fabricans de fer-blanc emploient l'étain en saumons et l'étain en grains à parties égales.

Lorsque le pot de fer a été chargé d'étain de la manière qu'on vient d'indiquer, on le chauffe au moyen d'un foyer placé au-dessous de son fond, et de conduits qui règnent autour de sa surface extérieure : on porte la chaleur aussi loin qu'il est possible sans enflammer la graisse qui couvre l'étain en fusion. L'usage de la graisse est de préserver l'étain de l'action de l'air, et conséquemment de prévenir son oxidation. En fondant un peu d'étain ou de plomb dans une cuiller de fer, et en mettant un morceau de suif sur le métal fluide, après en avoir enlevé la

crasse, on reconnaîtra aisément la propriété qu'a le suif d'éclaircir la surface métallique. Les ouvriers disent aussi qu'il augmente l'affinité du fer pour l'étain, ou, encore, que les feuilles de fer prennent beaucoup mieux l'étain.

Il est curieux que la *graisse brûlée* (*burnt grease*), ou quelque espèce que ce soit de graisse empyreumatique, produise cet effet beaucoup mieux que le suif frais.

Un autre pot qui est fixé à côté du pot à l'étain est rempli seulement avec de la graisse : on y plonge une à une les feuilles préparées comme on vient de le dire, avant de les traiter par l'étain; et lorsque le pot en est entièrement rempli, on les y laisse aussi long-temps que le maître-onvrier le juge nécessaire. Si elles restent une heure dans la graisse, on trouve qu'elles s'étament beaucoup mieux que lorsqu'on leur donne un temps plus court.

De ce pot on les passe dans le pot à l'étain avec la graisse adhérente à leur surface, et on les place dans une position verticale. On met ordinairement dans ce pot trois cent quarante feuilles, et on les y laisse une heure et demie pour qu'elles soient bien étamées; mais quelquefois il faut plus de temps pour compléter cette opération.

Lorsque les feuilles sont restées un temps suffisant dans l'étain en fusion, on les ôte et on les place sur une grille de fer, afin que le métal superflu puisse s'en écouler; mais, malgré cette précaution, elles retiennent toujours, lorsqu'elles sont refroidies, plus d'étain qu'il ne faut, et on l'enlève par un procédé subséquent appelé *lavage* (*washing*). Comme ce procédé est un peu compliqué, il est nécessaire de le décrire avec quelques détails.

D'abord, le laveur prépare un pot de fer qu'il remplit presque entièrement avec le meilleur étain en grains fondu; un second pot contient du suif en fusion pur, ou du lard exempt de sel; un troisième ne renferme rien qu'un grillage pour recevoir les feuilles; et un quatrième (*listing-pot*) ne contient qu'une couche d'étain fondu de l'épaisseur d'un quart de pouce. Le tout sera cependant mieux compris par l'esquisse suivante, qui montre les divers vaisseaux dans l'ordre où ils sont établis dans la manufacture sur une maçonnerie en brique :



Les feuilles sont travaillées de la droite à la gauche, dans le bâtiment qui renferme l'appareil au lavage.

N° 1 représente le pot à l'étain ;
2 le pot à laver avec une cloison qui le divise ;
3 le pot à la graisse ;
4 le vase contenant seulement un grillage à son fond (1);
5 le *listing-pot*.

---

(1) Ce vase est destiné à recevoir les feuilles à mesure que l'ouvrier les retire du pot à la graisse : il n'est point chauffé en dessous.

Le dessin représente la surface des pots : les astérisques montrent la place où se tiennent les ouvriers, et en même temps les pots qui sont chauffés en dessous.

La cloison dans le pot à laver n° 2 est un perfectionnement récent : elle a pour objet d'empêcher la crasse de l'étain de se loger dans la partie du vaisseau où l'on donne la dernière immersion aux feuilles. En employant l'étain commun dans la première opération de l'étamage, beaucoup d'oxide ou de crasse adhère à la surface des feuilles ; et lorsque celles-ci sont portées dans le pot à laver, l'oxide s'en détache et couvre la surface du nouveau bain ; mais, au moyen de la cloison, l'ouvrier l'empêche de se répandre sur toute la surface du pot. Lorsque cette cloison n'existe pas, le laveur doit écumer le métal fluide chaque fois qu'il y plonge une feuille.

Les pots dont je viens de donner une esquisse étant préparés convenablement, le laveur commence sa part de l'ouvrage qui reste à faire pour terminer l'étamage, par mettre les feuilles qui ont subi les diverses opérations qui ont été décrites jusqu'ici, dans le vaisseau appelé le *pot à laver,* et rempli d'étain en grains fondu (1). La chaleur de cette grande masse de métal fond bientôt l'étain qui n'est qu'adhérent à la surface des feuilles : celui-ci, en se mêlant à l'étain du pot, en altère la pureté, de sorte que lorsqu'on a passé soixante ou soixante-dix caisses de fer-blanc dans le bain d'étain en grains,

(1) On ne doit jamais se servir, dans ce pot, que de l'étain en grains : tout l'étain commun qui est consommé dans cette fabrication est employé dans la première partie du procédé, savoir : celle qu'on désigne par le nom d'*étamage.*

on est dans l'usage d'en retirer la quantité d'un saumon, c'est-à-dire, trois cents livres, et d'y remettre une pareille quantité d'étain pur en grains. Ces vaisseaux contiennent généralement trois saumons chacun, ou environ mille livres de métal. L'étain qu'on retire du pot à laver, pour le remplacer par du métal pur, est donné à l'étameur, qui s'en sert pour l'étamage.

Lorsque les feuilles sont retirées du pot à laver, on les nettoie soigneusement sur chaque face avec une brosse de chanvre d'une espèce particulière, et faite expressément pour cet objet. Comme cette partie du travail demande beaucoup d'adresse et de célérité, il peut être utile de l'expliquer un peu plus en détail.

Le laveur retire d'abord un petit nombre de feuilles du pot à laver, et les place devant lui sur le fourneau. Il prend alors une feuille avec des tenailles qu'il tient dans sa main gauche, et avec une brosse qu'il a dans l'autre main, il frotte un côté de la feuille; il retourne ensuite la feuille, frotte l'autre côté et la plonge immédiatement une seconde fois dans le pot à laver; puis, sans l'abandonner avec ses tenailles, il la retire instantanément et la plonge dans le pot à la graisse n° 3.

Une personne qui n'a point vu cette opération ne peut se former qu'une idée très-imparfaite de l'adresse avec laquelle elle est exécutée. La pratique donne à l'ouvrier tant d'habileté qu'il se fait de très-bons gages, quoiqu'on ne lui donne que 30 centimes pour brosser et laver dans l'étain deux cent cinquante feuilles. J'ai appris qu'un laveur habile, s'il emploie bien son temps, peut laver, en douze heures, vingt-cinq caisses contenant cinq mille six cent vingt-cinq feuilles, quoique chaque feuille

doive être brossée sur chacune de ses faces, et plongée deux fois dans le pot d'étain fondu.

Il est peut-être nécessaire d'expliquer pourquoi les feuilles doivent être plongées deux fois dans l'étain fondu pendant cette partie de leur fabrication. On doit se rappeler qu'on les brosse entièrement chaudes, et par conséquent, si on ne leur donnait pas une seconde immersion, les marques de la brósse seraient visibles.

Le seul usage du pot à la graisse est d'enlever tout l'étain superflu qui peut rester sur les feuilles; mais c'est une opération qui demande beaucoup d'attention, parce que pendant le séjour de la feuille dans la graisse, l'étain, qui est dans un état de fusion ou au moins de ramollissement, s'en détache en partie, et il en adhère d'autant moins à sa surface qu'elle reste plongée plus long-temps dans le bain. Conséquemment, si les feuilles séjournaient dans la graisse plus long-temps qu'il n'est absolument nécessaire, elles exigeraient sûrement d'être plongées une troisième fois dans l'étain. D'un autre côté, si les feuilles devaient être achevées sans passer dans la graisse, elles retiendraient trop d'étain; ce qui, d'une part, serait une perte pour le manufacturier, et de l'autre, l'étain formerait des ondulations sur leur surface.

Il est également nécessaire de faire attention à la température de la graisse, qui doit être plus petite ou plus grande à proportion que les feuilles sont plus épaisses ou plus minces; car si, lorsque le suif est d'une température convenable pour une feuille mince, on y plonge une feuille épaisse, on l'en retirera non pas de la couleur de l'étain, comme cela devrait être, mais aussi jaune que de l'or. La raison en est évidente. Une feuille épaisse

contient plus de chaleur qu'une mince, et conséquemment exige que le suif soit à une température plus basse. Si, au contraire, on plonge des feuilles minces dans un pot de suif préparé pour des feuilles épaisses, ce pot ne remplira pas l'objet qu'on s'était proposé.

C'est une observation commune que, dans la plupart de nos manufactures et dans toutes les spéculations chimiques, la théorie et la pratique ne sont point généralement d'accord; mais il y a peu de manufactures, peut-être, présentant autant de minuties qui pourraient échapper à un observateur ordinaire, et qui exigent cependant qu'on y ait égard pour obtenir de bons résultats, que celle dont je décris maintenant les procédés. Mais revenons à la fabrication du fer-blanc.

Lorsque les feuilles sont suffisamment brossées, elles sont de nouveau immergées, une à une, dans le pot d'étain fondu, comme on l'a déjà dit, et immédiatement après on les passe dans le pot de suif. Ce pot porte des chevilles disposées de manière à prévenir le contact mutuel des feuilles, et cette partie du procédé s'exécute de la manière suivante :

Lorsque le laveur a passé *cinq* feuilles à travers l'étain fondu, et de là dans le pot au suif, un garçon prend une de ces feuilles, et tandis qu'il la met à refroidir dans le pot vide, le laveur la remplace par une *sixième*. Le garçon ôte alors une *seconde* feuille qui est de même remplacée par une *septième*, et on continue ainsi d'une manière régulière, jusqu'à ce que tout le tas de feuilles soit épuisé.

Comme les feuilles sont immergées dans l'étain dans une position verticale, il y a toujours, après le refroi-

dissement, sur le bord inférieur de chacune, un bourlet d'étain qu'il est nécessaire d'ôter : cela s'exécute de la manière suivante :

Un garçon prend les feuilles lorsqu'elles sont assez froides pour les manier, et les place, une à une, sur leur bord inférieur, dans le pot n° 5, qui a été décrit comme ne contenant qu'une très-petite quantité d'étain fondu. Lorsque le bourlet d'étain est fondu au moyen de cette dernière immersion, le garçon retire la feuille et lui donne un coup vif avec une baguette : ce coup débarrasse le bord de la feuille de son métal excédent; et celui-ci, en tombant, ne laisse qu'une trace légère dans la place où il était adhérent. Cette marque, à laquelle les ouvriers ont donné le nom de *lisière* (*list*), se découvre aisément sur toutes les feuilles de fer-blanc du commerce.

Il ne reste maintenant qu'à nettoyer les feuilles de leur suif. On y parvient au moyen du son, et à mesure qu'elles sont nettoyées, on les met dans de fortes caisses de bois ou de tôle faites exactement pour les recevoir : tout le travail est alors terminé.

(*Journal of the royal Institution.* VIII. 141.)

Sur *la Sirène, nouvelle machine d'acoustique destinée à mesurer les vibrations de l'air qui constituent le son.*

Par le Baron Cagniard de La Tour.

Si le son produit par les instrumens est dû principalement, comme le croient les physiciens, à la suite

régulière des chocs multipliés qu'ils donnent à l'air atmosphérique par leurs vibrations, il semble naturel de penser qu'au moyen d'un mécanisme qui serait combiné pour frapper l'aïr avec la même vitesse et la même régularité, on pourrait donner lieu à la production du son.

Tel est en effet le résultat que j'ai obtenu à l'aide de mon procédé, qui consiste à faire sortir le vent d'un soufflet par un petit orifice en face duquel on présente un plateau circulaire mobile sur son centre, et dont le mouvement de rotation a lieu, soit par l'action du courant ou par un moyen mécanique. Le plateau, dans une partie de la surface qui s'applique contre l'orifice, est percé obliquement d'un certain nombre d'ouvertures rangées dans un même cercle concentrique à l'axe, et espacées entre elles le plus également possible. Par le mouvement du plateau, ces ouvertures viennent se présenter successivement devant l'orifice qui se trouve ainsi à jour lors du passage de la partie évidée du plateau, et recouvert immédiatement après par la partie pleine qui lui succède. Ce courant, par le mouvement rapide du plateau, donne à l'air extérieur une suite régulière de chocs qui produisent un son analogue à la voix humaine, et qui est plus ou moins aigu, selon que le courant fait tourner le plateau avec plus ou moins de vitesse.

On voit que le but de cette construction a été de produire les chocs nécessaires à la formation du son, par un mouvement de rotation, lequel est très-facile à mesurer à l'aide des engrenages, tandis que le mouvement de *va et vient* des cordes et des anches vibrantes ne peut s'apprécier que par la théorie.

Au lieu d'un seul orifice par lequel sort le courant d'air, on peut en mettre un plus grand nombre qui seront autant d'unissons et ajouteront à la force du son, comme les cordes d'unisson dans les *piano-forte*.

C'est ce qu'on a pratiqué dans le modèle que je possède. Il se compose d'une boîte circulaire en cuivre, d'environ quatre pouces de diamètre. Le dessus de cette boîte est percé obliquement de cent ouvertures ayant un quart de ligne de largeur et deux lignes de longueur. Son milieu porte un axe qui sert de centre de mouvement au plateau qui recouvre les ouvertures. Ce plateau est aussi percé de cent ouvertures correspondantes à celles de la boîte, et ayant une obliquité semblable, mais en sens inverse des premières. L'obliquité des ouvertures n'est pas une condition nécessaire à la production du son; elle ne sert ici qu'à donner au courant la direction convenable pour faire tourner le plateau; ce qui dispense, quand on le veut, d'employer pour cet effet un agent extérieur.

Sur le côté de la boîte est ajusté un tube par lequel arrive le vent du soufflet.

Dans les expériences auxquelles on a soumis cette machine pour déterminer les chocs ou vibrations de chaque ton, le plateau a été mu par le moyen d'un rouage que mettait en jeu la descente d'un poids suspendu à la corde du barillet moteur.

On faisait varier la vitesse du volant régulateur, sur lequel était fixé l'axe prolongé du plateau, en éloignant plus ou moins de cet axe les ailettes portées par les branches du volant.

Le soufflet n'a été mis en action que pour faire juger

seulement si les tons de la machine s'accordaient avec les notes de l'instrument d'après lequel on s'est réglé. Cet instrument est le fer harmonique monté en *ut* comme le *piano-forte*. Le son qui se prolonge dans cet instrument comme dans le violon est produit par la friction d'un archet sur des tiges de fer ou d'acier de longueurs et de grosseurs différentes, et sa justesse est à-peu-près constante comme celle des diapasons.

On a fait produire à la machine, disposée comme on vient de l'indiquer, les notes diatoniques d'une gamme et au-delà. Les tours du plateau, ou, ce qui revient au même, ceux du volant, ont été comptés d'après ceux de la roue de champ avec laquelle il engrène, et qui tourne treize fois et demie moins vite que lui.

Les vibrations indiquées dans le tableau qui suit sont les résultats d'expériences préliminaires aussi exactes que pouvait le comporter l'imperfection de l'engrenage dont on s'est servi; il est à remarquer cependant qu'ils se rapprochent déjà beaucoup de la théorie indiquée par Sauveur, dans son ouvrage *sur l'Acoustique*. Néanmoins je compte donner plus de suite à ces expériences lorsqu'on aura achevé la construction de l'engrenage que je fais exécuter en ce moment, et qui, étant tout-à-fait approprié à cet objet, donnera des résultats d'autant plus exacts (1).

---

(1) Nous nous empresserons de faire connaître les nouvelles expériences que promet M. Cagniard de La Tour aussitôt qu'elles seront finies. (R.)

NOTES produites par la Sirène.	NOMBRES de tours faits par la roue de champ pendant une minute.	NOMBRES des vibrations produites, en une seconde, par le mouvement du plateau.	NOMBRES des tours du plateau dans une seconde.
(1) La	19	427	4 $\frac{27}{100}$
Si	21 $\frac{1}{4}$	477	4 $\frac{77}{100}$
Ut	22 $\frac{3}{4}$	511	5 $\frac{11}{100}$
Ré	25	567	5 $\frac{67}{100}$
Mi	28	630	6 $\frac{30}{100}$
Fa	30	675	6 $\frac{75}{100}$
Sol	34	765	7 $\frac{65}{100}$
La	38	855	8 $\frac{55}{100}$
Si	42 $\frac{1}{2}$	955	9 $\frac{55}{100}$
Ut	45 $\frac{1}{2}$	1023	10 $\frac{23}{100}$
Ré	50	1125	11 $\frac{25}{100}$

Si l'on fait passer de l'eau dans la sirène, au lieu d'air, elle produit également le son, lors même qu'elle est entièrement immergée dans ce fluide, et les mêmes nombres de chocs produisent les mêmes notes que par l'air. C'est à cause de cette propriété d'être sonore dans l'eau, que j'ai cru pouvoir lui donner le nom sous lequel elle est désignée.

Il n'est peut-être pas inutile d'annoncer que lorsque la sirène est mue avec une certaine vitesse, elle produit des sons d'un octave plus haut que le dernier *fa* des pianos à six octaves, et qui sont beaucoup mieux caractérisés.

(1) Ce premier *la* correspond au deuxième du *fer harmonique* en montant, et est l'unisson du diapason ordinaire.

MÉMOIRE

Sur la Conversion du corps ligneux en gomme, en sucre, et en un acide d'une nature particulière, par le moyen de l'acide sulfurique; conversion de la même substance ligneuse en ulmine par la potasse.

Par HENRI BRACONNOT.

(Lu à la Société royale académique des Sciences, etc. de Nancy, le 4 novembre 1819.)

LES anciens chimistes se sont contentés de répéter que l'action de l'acide sulfurique concentré sur les substances végétales se bornait à les charbonner. Parmi les modernes, M. Berthollet a pensé que l'hydrogène de la substance végétale s'unit à l'oxigène de l'acide sulfurique, et qu'en formant ainsi de l'eau et de l'acide sulfureux, le principe charbonneux se sépare et se précipite. MM. Fourcroy et Vauquelin cherchèrent ensuite à répandre plus de clarté sur ce phénomène (1). Ils admirent qu'il ne se dégage point d'acide sulfureux, et donnèrent une théorie ingénieuse, mais qui ne semble pas établie sur des preuves bien rigoureuses.

En examinant les changemens remarquables que les composés organiques subissent par l'action de l'acide sulfurique, j'ai été conduit à des résultats bien différens de ceux obtenus par ces illustres chimistes, et je me

---

(1) Voyez *Annales de Chimie*, t. XXIII, p. 86.

persuadé que les principaux faits que je vais présenter contribueront à jeter une vive lumière sur plusieurs phénomènes de la végétation, et pourront trouver d'utiles applications aux arts.

Action de l'acide sulfurique sur la sciure de bois de charme.

20 grammes de sciure de charme bien desséchée ont été arrosés à froid avec de l'acide sulfurique du commerce (1); on a agité le mélange avec un tube de verre; il s'est fortement échauffé, et, conformément à la théorie de M. Berthollet, le gaz acide sulfureux s'est dégagé avec impétuosité; la sciure est devenue noire et semblait être à l'état de charbon; mais elle n'en avait que l'apparence. J'ai versé sur le tout une certaine quantité d'eau; j'en ai séparé la poudre noire, qui, desséchée et ensuite projetée dans le feu, a brûlé avec flamme. Elle ne colorait pas sensiblement l'eau froide; mais elle a communiqué à l'eau bouillante et aux dissolutions alcalines une couleur brune foncée. Elle était à-peu-près dans le même état que l'aurait été la sciure exposée pendant quelques années à l'air et à l'humidité. La liqueur acide, qui était presque incolore comme de l'eau, après avoir été saturée avec du carbonate de chaux, a fourni par l'évaporation une matière gommeuse jaunâtre dans la dissolution de laquelle le sous-acétate de plomb a formé un magma blanc fort abondant. Cette matière gommeuse, traitée par l'acide

---

(1) C'est celui qui a servi à toutes mes expériences; sa pesanteur spécifique était 1,827.

sulfurique affaibli, a fourni de l'acide acétique, et a précipité du sulfate de chaux.

J'ai répété l'expérience avec 16 grammes de sciure; mais, au lieu de verser l'acide sulfurique sur toute cette quantité, je l'ai broyé par petites portions, en ajoutant peu à peu l'acide : malgré ces précautions, il s'est encore dégagé de l'acide sulfureux; mais j'ai obtenu un mucilage très-épais, tenace, que j'ai délayé dans une certaine quantité d'eau, et j'ai filtré à travers un linge; il est resté une matière insoluble noirâtre, du poids de 5 grammes, à-peu-près semblable à celle de l'expérience précédente; la liqueur acide, saturée par la craie, puis évaporée, a fourni près de 10 grammes d'une gomme d'un brun rougeâtre. Comme MM. Fourcroy et Vauquelin disent, dans leur Mémoire, que les substances végétales ne décomposent pas à froid l'acide sulfurique, j'ai pensé que ce dégagement d'acide sulfureux devait au moins être fort rare; en conséquence j'abandonnai aussitôt la sciure de charme.

Pour mieux apprécier les résultats, je me disposais à préparer la matière ligneuse; mais trouvant de la difficulté pour l'amener à un état de pureté parfaite, je trouvai beaucoup plus commode de me servir de chiffons de toile de chanvre que l'on trouve par-tout, et que l'on peut considérer comme une matière ligneuse pure : au reste, toute autre espèce de corps ligneux aurait pu donner des résultats analogues.

Action de l'acide sulfurique sur la toile de chanvre usée.

25 grammes de toile de chanvre, coupée en petits morceaux, ont perdu, à la chaleur, un gramme d'eau hygro-

métrique. J'ai mis cette toile dans un mortier de verre, et l'ai arrosée à plusieurs reprises avec 34 grammes d'acide sulfurique, en ayant soin d'agiter continuellement le mélange avec une forte baguette de verre, pour que l'acide pénètre aussi uniformément que possible toutes les parties de la toile, et de mettre un intervalle assez long entre chaque addition d'acide pour que la chaleur qui se développe soit entièrement dissipée : il ne s'est point dégagé le moindre indice d'acide sulfureux. Un quart-d'heure après que le mélange a été fait, je l'ai broyé avec un pilon de verre; tout le tissu du linge a disparu, et il en est résulté une masse mucilagineuse extrêmement tenace, poissante, homogène et peu colorée, que j'ai abandonnée pendant vingt-quatre heures. J'indique ces précautions pour obtenir de plus beaux produits; car, de quelque manière qu'on s'y prenne, il ne se dégage point d'acide sulfureux, et il ne se dépose aucun indice de matière d'apparence charbonneuse. Cette masse mucilagineuse s'est entièrement dissoute dans l'eau, à l'exception d'une matière amiliforme, du poids de 2,5 grammes après sa dessiccation, et qui n'était qu'une portion du linge qui n'avait pas éprouvé une profonde altération de la part de l'acide sulfurique. Cette masse mucilagineuse, ainsi étendue d'eau, a été saturée avec de la craie; filtrée à travers un linge, elle était claire et n'avait qu'une très-légère couleur ambrée : après avoir eu soin de bien laver le filtre et d'exprimer fortement le sulfate de chaux, j'ai réuni les liqueurs et les ai fait évaporer en consistance d'un sirop qui était moins coloré que celui de capillaire : il s'est encore séparé une petite quantité de sulfate de chaux par le refroidissement. J'ai continué

l'évaporation avec ménagement jusqu'à siccité, et j'ai obtenu une gomme transparente, peu colorée : elle pesait 26,2 grammes qui ont été fournis par 21,5 grammes de toile, déduction faite d'un gramme d'humidité, plus 2,5 grammes de matière ligneuse amiliforme. Je ne dois pas omettre que le sulfate de chaux résultant de la saturation, quoique bien lavé, retenait encore de la matière végétale; car, exposé au feu, il a pris une couleur brunâtre et a répandu une odeur d'acide sulfureux. Comme il était à présumer que cette augmentation remarquable de poids ne pouvait être due qu'à une fixation des élémens de l'eau ou de l'acide sulfurique, pour chercher à vérifier si ce soupçon était fondé, j'ai fait dissoudre dans l'eau 5 grammes de cette gomme artificielle; j'y ai ajouté de l'acide oxalique pour précipiter la chaux qu'elle retenait en combinaison, et qui peut aussi en être précipitée par l'acide sulfurique. Le précipité d'oxalate de chaux recueilli et chauffé fortement, a laissé 0,28 grammes de chaux.

La dissolution gommeuse, ainsi précipitée, a été évaporée à siccité, et le résidu traité avec de l'acide nitrique bouillant; puis on l'a étendu d'eau et on y a versé du nitrate de baryte : il s'est formé un précipité de sulfate de baryte : desséché et chauffé au rouge, il pesait 1,6 gr. qui contiennent 0,54 grammes d'acide sulfurique. Ainsi, comme il ne s'est point dégagé de fluide aériforme pendant l'action de l'acide sulfurique sur le linge, on peut supposer que les 26,2 grammes de matière gommeuse que nous avons obtenus sont formés de :

Matière ligneuse.	21,50 gram.
Elémens de l'acide sulfurique fixés d'une manière inconnue	2,83
Elémens de l'eau fixés d'une manière inconnue.	0,40
Chaux combinée	1,47
Total	26,20 gram.

On voit que la manière dont nous envisageons l'action de l'acide sulfurique concentré sur le linge est bien opposée à celle qui a été présentée par MM. Fourcroy et Vauquelin, puisque ces chimistes admettent que la matière végétale se décompose et se partage en charbon et en eau, laquelle, en s'unissant à l'acide, produit la chaleur qui se développe; mais cette chaleur paraît plutôt due à la fixation réelle des élémens de l'acide sulfurique et de l'eau dans la substance végétale non décomposée.

Desirant savoir si l'acide sulfurique étendu de la moitié de son poids d'eau pourrait convertir la matière ligneuse en gomme, j'ai humecté du linge avec cet acide ainsi affaibli; mais je n'ai point obtenu de masse mucilagineuse. Exposé à une douce chaleur en l'agitant continuellement, il s'est réduit en une pâte très-homogène, laquelle, délayée avec de l'eau, a donné une bouillie blanche qui ressemblait à de l'empois; étendue d'une plus grande quantité d'eau, la liqueur ressemblait à une émulsion. En la regardant au soleil, on remarquait que la matière blanche qu'elle retenait en suspension était formée d'une multitude de paillettes brillantes d'une ténuité extrême, à-peu-près comme celles qu'on observe dans une dissolution de savon. Cette sorte d'émulsion a

laissé déposer, quoiqu'avec beaucoup de lenteur, une matière que l'on aurait prise, au premier aspect, pour de l'amidon, quoiqu'elle n'en ait aucune des propriétés; elle représentait la presque totalité du linge employé. La liqueur, séparée de cette matière, a donné, après avoir été saturée avec de la craie, une petite quantité de matière gommeuse presque incolore qui m'a paru ne contenir que des traces d'acide sulfurique.

En imbibant de la toile d'acide nitrique, on peut aussi la convertir en une matière blanche amiliforme. Il ne se manifeste aucune altération apparente à la température ordinaire; mais en exposant le mélange dans un bain-marie d'eau bouillante, jusqu'à ce qu'il commence à produire du gaz nitreux, il se convertit en une bouillie très-blanche et uniforme, absolûment semblable à celle qui a été obtenue par l'acide sulfurique. Bien lavée et desséchée, cette matière a un aspect légèrement satiné, surtout lorsqu'elle est réduite en poudre : par l'humectation, elle fait entendre un sifflement particulier et se convertit en une bouillie très-divisée. Cette matière ne s'est point sensiblement dissoute dans une dissolution de potasse. Elle ne paraît être qu'une légère altération de la matière ligneuse du linge, à-peu-près analogue à celle qui résulte de la putréfaction des chiffons de linge pour la préparation du papier. Il serait même curieux de rechercher si pendant cette sorte de fermentation il ne se forme pas de la gomme et un peu de sucre, ainsi que cela arrive à l'égard de l'empois putréfié, comme l'a observé tout récemment M. de Saussure.

Examen de la gomme artificielle produite par l'action de l'acide sulfurique sur le linge.

Nous avons vu que cette gomme, obtenue en saturant l'acide sulfurique par la craie, contenait en combinaison de la chaux, que l'on peut, à la vérité, en séparer par l'acide oxalique. On peut aussi purifier cette gomme en versant dans sa dissolution du sous-acétate de plomb qui y forme un précipité blanc fort abondant, que l'on décompose avec un excès d'acide sulfurique; on évapore convenablement la liqueur séparée du sulfate de plomb, et on en précipite la gomme par l'alcool; mais je préfère, au lieu de craie, saturer l'acide sulfurique avec l'oxide de plomb aidé de la chaleur : il en résulte un liquide d'une saveur sucrée, acerbe, due au plomb retenu en dissolution : on sépare celui-ci en y faisant passer un courant de gaz hydrosulfurique, et on obtient, par l'évaporation de la liqueur filtrée, la gomme artificielle aussi pure qu'il est possible. On pourrait encore, au lieu d'oxide de plomb, se servir de baryte; mais comme cette gomme retient de la baryte en combinaison, il faudrait la séparer par l'acide sulfurique.

Cette matière gommeuse, telle que je l'ai obtenue, ressemble à de la gomme arabique. Elle est transparente, d'une légère couleur jaunâtre, inodore, fade, insipide, quoiqu'elle rougisse la teinture de tournesol, et qu'elle semble se comporter à la manière des acides. Sa cassure est vitreuse. Elle adhère fortement aux vases sur lesquels on l'a desséchée, lorsque toutefois elle a été préparée avec soin, et forme un vernis très-luisant sur la surface des corps. Elle forme un mucilage moins tenace

que celui de gomme arabique : aussi ses propriétés colantes sont-elles à un plus faible degré; mais cela n'empêche pas qu'elle ne puisse servir dans plusieurs arts. Exposée au feu, elle brûle en répandant une odeur pénétrante d'acide sulfureux, due à la décomposition de l'acide sulfurique qu'elle contient dans un état particulier tel que les réactifs ne peuvent l'indiquer; il reste un charbon qui laisse après son incinération quelques vestiges de sulfate de chaux.

Lorsqu'on expose au feu cette gomme avec de la potasse pour la décomposer partiellement, il ne se dégage point d'acide sulfureux. Si on dissout le résidu dans l'eau et qu'on y ajoute de l'acide nitrique, il se précipite une matière floconneuse brune que nous ferons connaître plus particulièrement sous le nom d'*ulmine artificielle*. Si on verse du nitrate de baryte dans la liqueur filtrée, il se forme un précipité de sulfate de baryte.

La dissolution de cette gomme dans l'eau n'est nullement troublée par le nitrate de baryte, ni par l'acétate de plomb; mais le sous-acétate de plomb y forme un magma très-blanc et abondant, entièrement soluble dans l'acide acétique affaibli. Si on précipite par du carbonate d'ammoniaque l'excès de plomb que la liqueur surnageant ce dépôt contient, et qu'on l'évapore à siccité, on obtient pour résidu une combinaison triple de gomme, d'acide acétique et d'ammoniaque. L'hydrochlorate d'étain protoxidé précipite aussi cette gomme de son dissolvant. L'eau de chaux ou de baryte en excès y produit de légers précipités floconneux, qui ne sont que des combinaisons de gomme avec la chaux ou la baryte. Le

sulfate de fer rouge ne trouble en aucune manière la dissolution de cette gomme, tandis qu'il coagule abondamment celle de gomme arabique, ainsi que je l'ai constaté.

Traitée par l'acide nitrique, cette gomme fournit une grande quantité d'acide oxalique en beaux cristaux, mais point d'acide mucique.

Du Sucre de chiffons de linge.

La matière gommeuse dont nous venons d'exposer les propriétés, étant mise en ébullition pendant quelque temps avec de l'acide sulfurique étendu d'eau, éprouve un tel changement d'équilibre dans la nature de ses principes qu'ils se séparent pour produire deux substances fort remarquables; l'une, qui forme la presque totalité de la matière, est du sucre cristallisable; l'autre renferme les élémens de l'acide sulfurique qui étaient disséminés dans la matière gommeuse, et constitue un acide assez singulier que je désignerai sous le nom d'*acide végéto-sulfurique.*

J'ai été conduit accidentellement à ce résultat en traitant avec l'oxide de plomb, à l'aide d'une chaleur de 100° centigr. long-temps prolongée, la masse mucilagineuse acide, étendue d'eau, produite par l'action de l'acide sulfurique sur le linge, dans l'intention d'en obtenir la gomme artificielle; mais après avoir fait passer dans la liqueur un courant de gaz hydrogène sulfuré pour précipiter le plomb qu'elle retenait en dissolution, et après l'avoir évaporée, j'ai été assez agréablement surpris de voir que toute la matière gommeuse était entiè-

rement convertie en une masse sucrée acide; je l'ai mise en digestion avec de l'alcool très-concentré, qui a dissous l'acide végéto-sulfurique : nous l'examinerons plus bas : la matière sucrée est restée peu colorée et d'une saveur très-franche.

24 grammes de linge usé et bien séché ont été réduits en mucilage avec 34 grammes d'acide sulfurique, en observant les précautions que nous avons indiquées plus haut : le mélange acide, dissous dans une certaine quantité d'eau, a laissé précipiter de la matière ligneuse peu altérée; desséchée, elle pesait 3,6 grammes. La liqueur acide, ainsi étendue d'eau, a été mise en ébullition pendant environ dix heures; après quoi on l'a saturée avec du carbonate de chaux. Cette liqueur ne précipitait point le sous-acétate de plomb; elle ne retenait donc plus de gomme; on a évaporé et desséché le résidu autant qu'il a été possible, même jusqu'au point qu'il a commencé à répandre une odeur de caramel : dans cet état, il pesait 23,3 grammes, qui ont été fournis par 20,4 grammes de linge, abstraction faite de celui qui n'a pas été attaqué; mais je crois qu'il y a eu quelques pertes, car le sulfate de chaux, quoique bien lavé, avait une légère teinte colorée que n'avait pas celui qui est résulté de la préparation de la gomme artificielle : cependant, comme ce dernier, au lieu de brunir au feu et de dégager de l'acide sulfureux, il est devenu plus blanc et n'a répandu aucune odeur bien marquée. J'ai mis ces 23,3 grammes de matière sucrée en consistance de sirop (1); au bout de

(1) Ce sirop n'était que faiblement troublé par l'acide sulfurique, tandis qu'une dissolution concentrée de la gomme

vingt-quatre heures, il a commencé à cristalliser, et, quelques jours après, le tout était solidifié en une seule masse de sucre cristallisé, qui a été pressée fortement entre plusieurs doubles de linge usé; cristallisé une seconde fois, ce sucre était passablement pur; mais il peut devenir d'un blanc éclatant étant traité avec le charbon animal. Ses cristaux sont en groupes sphériques, qui paraissent formés par la réunion de petites lames divergentes et inégales. Ils sont fusibles à la température de l'eau bouillante. Ce sucre, d'une saveur franche et agréable, produit dans la bouche une légère sensation de fraîcheur. Il se dissout dans l'alcool chaud et cristallise par le refroidissement. Dissous dans l'eau et mélangé avec un peu de levure, il a fermenté : la liqueur vineuse qui en est résultée a fourni de l'alcool à la distillation. Brûlé avec de la potasse et son charbon lavé avec de l'acide nitrique affaibli, il a donné une liqueur qui n'était point troublée par le nitrate de baryte. Il serait inutile d'insister davantage sur les propriétés de ce sucre : il est évident qu'il est parfaitement identique avec le sucre de raisin ou d'amidon.

La conversion du bois en sucre paraîtra sans doute

---

artificielle obtenue par la saturation avec la craie était sensiblement précipitée par le même acide, qui en séparait du sulfate de chaux; ce qui semblerait faire présumer qu'en convertissant cette gomme en sucre, en la faisant bouillir long-temps avec de l'acide sulfurique affaibli, les élémens de cet acide qu'elle renferme ne se réunissent pas entièrement pour former l'acide végéto-sulfurique; mais qu'une partie s'en sépare à l'état d'acide sulfurique libre, et reste mélangée avec celui qui a servi à opérer la saccharification.

remarquable, et quand on dira, ainsi que cela m'est arrivé, à des personnes peu familiarisées avec les spéculations chimiques, qu'une livre de chiffons de linge peut être transformée en plus d'une livre de sucre, elles regarderont cette proposition comme dérisoire et s'en amuseront ; mais le résultat n'en sera pas moins réel.

Il me paraît qu'on peut déduire de la conversion du bois en gomme et en sucre quelques conséquences importantes qui pourront éclaircir plusieurs points encore obscurs de la végétation : en effet, puisque l'observation semble nous indiquer que le bois est de la gomme ou du mucilage, moins de l'oxigène et de l'hydrogène dans les proportions pour faire l'eau, nous pouvons, en remontant à l'origine de la formation de la matière ligneuse, apprécier les moyens que la nature met en œuvre pour la créer. Si nous l'examinons un peu avant sa naissance, nous voyons qu'elle se présente sous la forme d'un mucilage dans lequel on observe de petits grains blancs qui paraissent être une première ébauche du bois : cette mucosité, en raison du rôle important qu'elle joue dans la végétation, a reçu, comme on le sait, le nom de *substance organisatrice* ou *cambium de Duhamel*. Aidée de l'influence vitale, cette substance paraît abandonner peu à peu une partie des élémens de l'eau, pour constituer d'abord, le liber, les couches corticales, l'aubier, le parenchyme, et enfin le bois proprement dit, lequel doit être extrêmement variable dans la proportion de ses principes, suivant qu'il est de nouvelle ou d'ancienne formation. Cette manière d'envisager la transformation du cambium en bois paraîtra assez probable si on considère qu'on peut faire rétrograder ce dernier à son état pri-

mitif de mucilage. Nous n'avons pas besoin de rappeler que le bois se concrète souvent en grande abondance dans le sein même de la matière muqueuse et sucrée, comme cela se voit dans les fruits à noyaux, dans les concrétions ligneuses des poires, etc. Observons en outre que la mort du végétal ne met pas un terme à cette soustraction d'oxigène et d'hydrogène; elle continue d'avoir lieu, et fait passer la matière ligneuse sous différens états, jusqu'à ce qu'enfin elle soit entièrement détruite.

De l'Acide végéto-sulfurique.

Nous avons dit qu'après avoir saturé avec de l'oxide de plomb, à l'aide d'une chaleur long-temps prolongée, le mucilage acide étendu d'eau, formé par l'action de l'acide sulfurique sur le linge, il s'était formé du sucre et un acide d'une nature particulière, que nous avons séparé par l'alcool rectifié qui l'a dissous; mais cette liqueur alcoolique retenait aussi du sucre : je l'ai fait évaporer en consistance de sirop, et l'ai agitée avec de l'éther qui a pris une légère couleur paille, et a laissé, après son évaporation, un acide presque incolore, très-aigre, presque caustique et agaçant fortement les dents. Cet acide est déliquescent, incristallisable et attire l'humidité de l'air.

Il brunit peu à peu à l'air lorsque la température est élevée au-dessus de la moyenne. Mis dans une capsule plongée dans un bain-marie, il se décompose et devient noir un peu avant que l'eau ne commence à entrer en ébullition. Lorsqu'on le délaie dans cet état avec un peu d'eau, il s'en sépare des flocons de matière végétale en

partie charbonnée; et si on verse dans la liqueur du nitrate de baryte, il se forme un précipité abondant de sulfate de baryte. Si on expose cet acide à une température supérieure à celle de l'eau bouillante, sa décomposition est plus rapide, et il se dégage des vapeurs suffocantes d'acide sulfureux. Cet acide ne produit aucun changement dans les dissolutions métalliques. Le nitrate de baryte et le sous-acétate de plomb n'en sont troublés en aucune manière. Il fait une vive effervescence avec les carbonates, et paraît dissoudre tous les oxides métalliques avec lesquels il forme des sels incristallisables, déliquescens, insolubles dans l'alcool rectifié. Ces combinaisons salines et neutres, exposées au feu, se décomposent, dégagent de l'acide sulfureux, et laissent des sulfates et du charbon.

Le même acide dissout le fer et le zinc avec dégagement abondant de gaz hydrogène.

Il forme avec l'oxide de plomb et la baryte des sels très-solubles qui ont une apparence gommeuse.

Il paraît avoir une faculté dissolvante assez forte; car il dissout jusqu'à un certain point le sulfate de plomb.

Cet acide est composé de soufre, de carbone, d'hydrogène et d'oxigène, ou d'une matière végétale et des élémens de l'acide sulfurique, mais dans un rapport et une répartition que je ne connais pas.

Action de l'acide sulfurique sur la soie.

En traitant la soie par l'acide sulfurique, j'avais conçu l'espoir de la faire repasser à son état primitif de liqueur soyeuse, telle qu'on l'extrait du corps de certaines che-

nilles, et avec laquelle, selon Réaumur, les Mexicains préparent leurs admirables vernis; j'espérais qu'au moyen d'une semblable liqueur préparée artificiellement avec des chiffons de soie, il serait facile de fabriquer des étoffes non tissues. Mais je n'ai pas encore obtenu ce résultat, sans cependant perdre l'espérance d'y parvenir. Quoi qu'il en soit, l'acide sulfurique peut convertir la soie en deux substances mucilagineuses assez distinctes.

Si on humecte légèrement des morceaux d'étoffe de soie blanche avec cet acide, et qu'après l'avoir laissé agir pendant quelques minutes, on broie le tout avec une certaine quantité d'eau, il en résulte un mucilage blanc très-épais, qui ressemble à celui de la gomme adragante. Si l'on ajoute une plus grande quantité d'eau, tout le mucilage se précipite, et le liquide surnageant, qui est incolore comme de l'eau pure, ne retient qu'une très-petite quantité de soie en dissolution. Ce mucilage, bien lavé avec de l'eau, est insipide au goût. Il n'est pas sensiblement soluble dans l'eau froide; mais une très-grande quantité d'eau bouillante le dissout : la liqueur, évaporée, laisse déposer des membranes insolubles; l'infusion de noix de galle y produit un précipité. Cette matière mucilagineuse diffère de celle qui se trouve dans la chenille du bombix-mori, en ce qu'elle ne sèche pas aussi rapidement et qu'elle se ramollit par l'eau.

Si on fait agir plus long-temps une plus grande quantité d'acide sulfurique sur la soie, on obtient des résultats différens de ceux que je viens d'indiquer.

5 grammes d'étoffe de soie blanche déchirée en petits morceaux ont été broyés dans un mortier de verre, en y

ajoutant successivement de l'acide sulfurique, jusqu'à ce que le tout fût réduit en un mucilage homogène : il y a eu production de chaleur ; mais il ne s'est point dégagé d'acide sulfureux. Vingt-quatre heures après, on a traité le mélange avec de l'eau, qui l'a dissous entièrement sans qu'il se précipitât la moindre parcelle charbonneuse : seulement il s'est séparé une matière floconneuse fauve qui, desséchée, pesait 0,15 grammes. On a saturé la liqueur acide avec du carbonate de chaux, et on l'a réduite en partie par l'évaporation, afin de favoriser la précipitation du sulfate de chaux qu'elle retenait ; puis on a achevé d'évaporer jusqu'à siccité parfaite. Il est resté 4,2 grammes d'un résidu rougeâtre, transparent, qui ressemblait à de la colle-forte. Ce résidu, dissous dans une petite quantité d'eau, ne s'est point pris en gelée par le refroidissement. Broyé avec de la potasse, il n'a point dégagé d'ammoniaque. Distillé, il a donné du carbonate d'ammoniaque, et a laissé après son incinération du sulfate de chaux. Chauffé avec de l'acide nitrique, il a donné très peu de sulfate de baryte avec le nitrate de cette base. Au reste, l'infusion de noix de galle, et surtout le sous-acétate de plomb, l'a précipité abondamment de sa dissolution, qui n'est que faiblement précipitée par l'acétate de plomb.

Lors donc que l'acide sulfurique tombe sur un vêtement de soie, de toile ou de coton, il ne les brûle pas comme on le dit ; mais il les perfore, et la portion touchée se convertit en matière gommeuse soluble dans l'eau.

Action de l'acide sulfurique sur la gomme et sur le sucre.

De la gomme arabique pulvérisée a été broyée avec de l'acide sulfurique concentré, en quantité suffisante pour la dissoudre : bien loin qu'il se produise du charbon, comme le prétend Fourcroy, le mélange s'est à peine coloré : cependant, au bout de vingt-quatre heures, il avait contracté une couleur brunâtre : étendu d'eau, il ne s'est point précipité la moindre particule charbonneuse. La liqueur, saturée avec de la craie, a fourni une gomme qui avait exactement les mêmes propriétés que celle que nous avons formée par l'action de l'acide sulfurique sur le bois. Exposée au feu, elle a brûlé en répandant une odeur d'acide sulfureux. L'acétate de plomb n'a point troublé sa dissolution; mais le sous-acétate de plomb y a produit un coagulum blanc fort abondant.

Le sucre de canne s'est comporté un peu différemment avec l'acide sulfurique; il s'est coloré presque aussitôt, et a pris une nuance marron qui est devenue plus foncée avec le temps; mais il ne s'est point formé d'acide sulfureux, et toute la matière a été entièrement dissoute dans l'eau sans qu'il se déposât aucune parcelle de charbon. La liqueur, saturée par la craie, a fourni par l'évaporation un résidu brun foncé, d'une saveur sucrée amère. Brûlé, il a exhalé des vapeurs d'acide sulfureux.

Conversion du corps ligneux en ulmine par l'action de la potasse.

On a vu que le bois s'approprie les élémens de l'acide sulfurique et de l'eau pour passer à l'état de gomme, et

que celle-ci, par une nouvelle distribution de ses principes, peut être transformée presque totalement en sucre et en une petite quantité d'un acide particulier. Nous allons voir maintenant qu'en enlevant au bois de l'oxigène et de l'hydrogène dans les proportions nécessaires pour faire de l'eau, on peut le convertir en une substance dans laquelle le carbone prédomine, et qui me paraît avoir une grande analogie avec l'ulmine. M. Vauquelin est, je crois, le premier qui ait fait connaître l'ulmine naturelle comme substance particulière (1). Il la trouva en combinaison avec la potasse, dans l'ulcère sanieux des vieux ormes dont la masse du bois avait été en partie rongée et détruite par la suppuration. Ce ne fut que sept ans après que Klaproth en fit mention; il paraît qu'il avait perdu de vue les expériences du chimiste français sur cette substance; ce qui le fait croire, c'est qu'il lui attribua des propriétés qui ne lui conviennent pas. MM. Berzelius, Smithson et Thomson s'en occupèrent ensuite : le premier de ces chimistes l'indiqua comme formant une partie constituante de l'écorce de presque tous les arbres; mais elle paraît présenter plusieurs variétés. Je l'ai trouvée en assez grande quantité dans l'écorce de hêtre, en partie combinée à la potasse et associée à une gomme, une matière rouge particulière, très-peu de tannin, et un principe dont l'odeur est exactement semblable à celle de la vanille.

C'est en étudiant l'action de la potasse sur le bois que je suis parvenu à produire artificiellement l'ulmine. J'ai

---

(1) Voyez *Annales de Chimie*, t. XXI, p. 44.

commencé par m'assurer, contre l'opinion de M. Thomson, que la matière ligneuse pure n'est pas sensiblement soluble dans la potasse; mais il en est tout autrement lorsqu'on chauffe avec cet alcali du commerce rendu caustique un poids égal de sciure de bois et un peu d'eau dans un creuset d'argent ou de fer, pour la torréfier, en ayant soin d'agiter continuellement le mélange : il arrive un moment où toute cette sciure se ramollit et se dissout presque instantanément en se boursoufflant beaucoup. Si on retire aussitôt le creuset du feu et qu'on y verse de l'eau, toute la matière s'y dissout avec une extrême facilité, sauf un léger résidu formé de silice, de carbonate de chaux, de phosphate de chaux et de quelques traces de matière végétale, et on obtient une liqueur brune foncée qui retient en dissolution la potasse combinée avec l'ulmine; un acide en sépare cette dernière sous la forme d'un précipité brun fort abondant qui ne demande plus qu'à être bien lavé. Si on sature avec de la craie la liqueur acide séparée de ce précipité, et qu'on l'évapore à siccité, puis qu'on traite le résidu avec de l'alcool, celui-ci en sépare de l'acétate de potasse. La sciure de bois, traitée ainsi que nous venons de le dire, avec la potasse, peut fournir plus du quart de son poids d'ulmine artificielle desséchée. Le linge usé donne les mêmes résultats; il ne se dégage que de l'eau et une petite quantité d'huile jaune empyreumatique.

L'ulmine artificielle desséchée est d'un noir brillant comme du jayet; elle est très-fragile et se divise aisément en fragmens anguleux. Sa cassure est vitreuse. Elle est peu sapide et inodore. Dans cet état de sécheresse, elle

est insoluble dans l'eau; mais lorsqu'elle vient d'être précipitée et qu'elle est encore humide, elle s'y dissout en petite quantité et lui communique une couleur jaune-brunâtre. Cette liqueur ne contient pas $\frac{1}{2500}$ de matière en dissolution; elle mousse par l'agitation comme la dissolution d'ulmine naturelle.

La même substance artificielle donne à l'eau bouillante une couleur brune foncée comme du café à l'eau. Si on y verse du nitrate de mercure, du nitrate de plomb, il se forme aussitôt des précipités bruns, et la liqueur est entièrement décolorée. Elle est aussi précipitée par le nitrate d'argent, le sulfate de fer rouge, le nitrate de baryte, l'acétate d'alumine, le chlorure de calcium, le chlorure de sodium; mais les précipités ne se manifestent que quelque temps après le mélange. L'eau de chaux n'y produit aucun changement; mais si on y projette de la chaux en poudre, la liqueur se décolore en grande partie, et avec la litharge elle se décolore entièrement.

Je me suis assuré que l'ulmine de l'écorce de hêtre présente des résultats semblables à ceux que je viens d'indiquer. J'ai fait dissoudre dans l'eau de l'acide gallique très-pur avec un peu de gélatine; il ne s'est produit aucun changement; mais par la dissolution d'ulmine artificielle il s'est déposé une matière poissante, brune, élastique, soluble dans un excès de gélatine. L'ulmine artificielle non desséchée et chaude rougit le papier teint en bleu par le tournesol.

La même substance se combine avec une extrême facilité avec la potasse, et sature entièrement ses propriétés. Cette combinaison est très-soluble dans l'eau; elle est précipitée abondamment par les acides, les sels terreux

et métalliques, l'eau de chaux : évaporée, elle laisse un résidu noirâtre, luisant, inaltérable à l'air, qui laisse de la potasse après sa combustion. Cette combinaison pourrait servir en peinture.

Elle s'unit aussi avec beaucoup de promptitude avec l'ammoniaque étendue d'eau : après l'évaporation à siccité, il reste un résidu vernissé, très-soluble dans l'eau, et qui rougit faiblement le papier teint par le tournesol. La chaux en dégage l'ammoniaque, et les acides y forment des précipités gélatineux abondans. Cette combinaison communique une couleur fauve à la laine, à la soie et au coton alunés.

La même substance artificielle est soluble dans l'acide sulfurique concentré, comme le corps ligneux; mais elle en est abondamment précipitée par l'eau.

Elle se dissout assez facilement dans l'alcool, et donne une liqueur brune foncée qui est précipitée par l'eau. Si on laisse évaporer spontanément cette dissolution, il se forme à sa surface des pellicules qui ont une contexture cristalline comme grenue; mais si l'évaporation s'est faite plus rapidement, on obtient un résidu noir, luisant, qui ressemble à une résine.

Exposée à la flamme d'une bougie, elle se boursouffle légèrement et brûle avec un peu de flamme.

20 grammes d'ulmine artificielle du linge usé ont été distillés dans une cornue de verre; on a obtenu un produit liquide du poids de 7 grammes, formé de 4 grammes d'un liquide incolore et de 3 grammes d'huile empyreumatique, brune, fluide, soluble en toute proportion dans l'alcool et dans la lessive alcaline.

Le liquide incolore ne contenait uniquement que de

l'acide acétique et quelques traces de matière huileuse. Il est resté un charbon d'un aspect bronzé et irisé, du poids de 9,8 grammes, qui a laissé après sa combustion 0,75 grammes de cendres grises, composées en grande partie de carbonate de chaux, de phosphate et de sulfate de chaux, de silice et d'oxide de fer.

L'ulmine artificielle a été traitée avec six fois son poids d'acide nitrique à 38° Beaumé; on a rapproché le tout jusqu'en consistance de miel, et on l'a délayé avec un peu d'eau, qui a pris une couleur brune foncée, et a laissé une matière assez abondante, laquelle, bien lavée et desséchée, était d'une couleur de tabac d'Espagne. Cette matière, chauffée dans un tube de verre, a brûlé sans répandre de lumière et sans fuser : elle a produit une vapeur empyreumatique qui semblait être légèrement nitreuse. Sa saveur est amère sans être acide au goût, quoiqu'elle rougisse la teinture de tournesol. Elle se dissout en partie dans l'eau bouillante, et donne une liqueur brune foncée qui ne trouble point la dissolution de colle-forte. Le liquide brun acide, séparé par l'eau de cette matière pulvérulente, retenait encore de cette dernière; il précipitait la colle animale, et a fourni par l'évaporation des cristaux d'acide oxalique.

Telles sont les propriétés que j'ai reconnues à cette matière produite par l'action de la potasse sur le bois, et que j'ai comparée à l'ulmine qui exsude des ulcères des arbres. J'observerai que celle-ci se produit aussi, dans des circonstances analogues, dans l'arbre malade, dont le bois en se putréfiant met à nu de la potasse qui doit concourir à la formation de l'ulmine. Je ne dois pas négliger de rappeler que M. Vauquelin avait déjà comparé cette

production d'alcali par la suppuration végétale à celle qui a lieu par la combustion (1).

L'ulmine existe dans plusieurs anciens produits du règne végétal. Je l'ai trouvée, il y a long-temps, en faisant l'analyse d'un terreau pris dans les racines creuses d'un vieil arbre (2); alors je n'en recherchai pas toutes les propriétés. Il paraît même que la partie soluble de certains terreaux que l'on a encore rapportée à l'extractif est formée d'ulmine et d'ammoniaque. J'ai aussi retrouvé l'ulmine en grande abondance dans la tourbe, ainsi que dans une variété de lignite terreux, brunâtre, entièrement pénétré de chaux carbonatée cristallisée, trouvé vers la rive gauche de la Moselle, à quelques distances de l'antique Scarpone. Elle doit faire sans doute partie constituante de la terre d'ombre; mais il m'a été de toute impossibilité de produire l'ulmine avec la houille.

OBSERVATIONS *sur la formation des brouillards dans des situations particulières.*

Par Sir HUMPHRY DAVY.

(Traduit des *Transactions philosophiques* pour 1819, première partie.)

TOUS ceux qui ont contracté l'habitude d'examiner la nature avec un œil attentif, auront été fréquemment

---

(1) *Voyez* le Mémoire cité.

(2) *Annales de Chimie*, t. LXI, p. 191.

témoins de la formation des brumes sur les bords des rivières et des lacs, par un temps calme et serein, après le coucher du soleil. Quiconque a réfléchi sur la liaison de ce phénomène avec la nature des vapeurs, la radiation et la communication de la chaleur, en aura sans doute découvert la véritable cause, surtout depuis la publication des recherches de MM. de Rumford, Leslie, Dalton et Wells. Cependant, aucun ouvrage, à ma connaissance, ne renferme une discussion approfondie de cette question; et comme elle embrasse des principes compliqués, je ne crois pas devoir m'excuser d'offrir, à ce sujet, quelques remarques à la Société royale.

Aussitôt qu'une certaine portion du globe cesse d'être éclairée par le soleil, sa surface commence à perdre du calorique par radiation, et en proportions d'autant plus considérables que le ciel est plus serein; mais la terre et l'eau ne se refroidissent pas, à beaucoup près, de la même manière. Sur la terre, le refroidissement s'arrête à la surface, ou du moins ne se transmet à l'intérieur que très-lentement; tandis que, dans de l'eau d'une température au-dessus $+4^{\circ},4$ centigrades, la couche supérieure, aussitôt qu'elle est refroidie par radiation ou par évaporation, tombe dans la masse fluide et est remplacée par une couche plus chaude venant de l'intérieur: ainsi, à moins que la température de la masse liquide ne soit d'environ $+4^{\circ},4$ centigrades, la surface ne pourra pas être la couche la plus froide. Il suit de là que partout où il existe une masse d'eau considérable, jouissant, dans le jour, d'une température égale ou peu inférieure à celle de la terre, mais plus élevée néanmoins que $+4^{\circ},4$ centigrades (tempér. du *maxim.* de den-

sité de l'eau), on observera, la nuit, par un temps calme et serein, que la couche superficielle est plus chaude que les terres environnantes : conséquemment l'air qui repose sur l'eau sera aussi plus chaud que l'air correspondant au sol : or, si ces deux airs sont à-peu-près saturés d'humidité, et si les localités leur permettent de se mêler, il en naîtra des brumes ou des brouillards en quantités d'autant plus grandes que le sol environnant aura plus d'élévation, que l'eau sera plus profonde, et surtout que la température de ce liquide sera plus élevée, puisque cette température est égale à celle de l'air qui repose sur l'eau, et règle la quantité de vapeur dont il peut se charger.

Je vais maintenant rapporter en détail quelques observations qui montreront, ce me semble, l'exactitude de ces aperçus.

Les 9, 10 et 11 juin 1818, j'examinai fréquemment la température de l'air et de l'eau du Danube, pendant un voyage que je fis sur cette rivière, de Ratisbonne à Vienne. Durant ces trois jours, le ciel était parfaitement clair; le brouillard se montra constamment, le soir, sur la rivière, aussitôt que la température de l'air se trouva de 2° à 4° centigrades *au-dessous* de celle de l'eau; et le matin, ce même brouillard disparut quand la température de l'air *surpassa* celle de la rivière.

De Ratisbonne à Passau, la température du Danube n'éprouva presque pas de variation dans les vingt-quatre heures : le *maximum* entre midi et deux heures était de +16°,8 centigrades, et l'on ne trouvait guère que *un demi*-degré de moins avant le lever du soleil. Quant à la température de l'air, elle se maintenait entre +16°,0 et

+ 22°,8 centigrades dans le jour, et entre + 16°,0 et + 12°,2 durant la nuit.

Au-dessous de Passau, l'*Inn* et l'*Ilz* se jettent dans le Danube (1). En examinant la température de ces rivières le 11 juin, à six heures du matin, on trouva pour celle du Danube + 16°,7 centigrades, pour l'Inn + 13°,6, et enfin, pour l'Ilz + 13°,3 : la température de l'atmosphère, sur le rivage, tout près du point où les trois courans se mêlent, ne surpassait pas + 12°,2. Le Danube était couvert en entier d'un brouillard épais; on voyait sur la surface de l'Inn une brume peu intense, et sur l'Ilz une vapeur légère indiquant la précipitation d'une petite quantité d'humidité. Environ 100 yards au-dessous du point où les trois rivières se réunissent, la température du courant du Danube, dans son milieu, ne me parut que de + 15°,0 : aussi la quantité de brouillard était-elle moindre là que sur les bords de la même rivière avant le point de réunion ; mais un tiers de lieue plus bas, l'eau chaude avait déjà regagné la surface, et le brouillard était aussi abondant qu'au-dessus de l'embouchure de l'Inn.

La soirée du 12 juin fut nuageuse, et la température de l'atmosphère se maintint, jusqu'à nuit close, plus élevée que celle de l'eau; dans ma dernière observation, elle était encore de + 17°,2 centigrades : aussi ne vit-on aucune trace de brume. Le ciel s'étant éclairci le 13,

(1) Le Danube était verdâtre; l'Inn avait une teinte bleue laiteuse ; l'Ilz était parfaitement transparent ; mais, à cause de la rapidité de la marche de l'Inn, cette rivière donnait sa propre teinte à la totalité des eaux dans le point de réunion.

avant le jour, le thermomètre, immédiatement après le lever du soleil, marqua dans l'eau du Danube +16°,1, et dans l'air +13°,0; une brume légère se forma immédiatement sur la rivière; mais cette brume n'étant pas assez dense pour arrêter les rayons du soleil, elle se dissipa bientôt ou ne se vit du moins qu'à très-peu de distance de la surface de l'eau; au bout d'une demi-heure, l'atmosphère était devenue parfaitement diaphane.

En passant le long du Rhin, de Cologne à Coblentz, le 31 mai, et les 2 et 3 juin 1818, les nuits étant très-claires, j'eus l'occasion de voir les phénomènes de la formation des brouillards sous des circonstances parfaitement semblables à celles que je viens de rapporter; mais comme il ne me fut possible de déterminer les températures de l'air et de l'eau que près du rivage, et seulement dans deux ou trois endroits, mes observations sont moins nombreuses et moins précises que les précédentes : en général, le brouillard se formait plus tard le soir, et disparaissait plus tôt le matin que sur le Danube; ce qui tenait évidemment à la double circonstance que, sur le Rhin, l'atmosphère était plus chaude et l'eau plus froide : la température de l'air, dans le jour, variait de +18°,9 à +23°,9 centigrades; et celle de l'eau, dans les endroits où je pus la prendre, me parut comprise entre +15°,0 et +15°,5.

Le 11 juillet 1818, je pris, à sept heures du soir, la température du Raab, près Kermond en Hongrie, et je la trouvai de +18°,3, l'air étant alors à +22°,2. Durant toute la soirée, la partie occidentale du ciel resta couverte de quelques légers nuages qui, après le coucher du soleil, durent nuire considérablement au refroidis-

sement de la terre par radiation. A neuf heures et demie du soir, le thermomètre, dans l'atmosphère, marquait encore $+ 20^{\circ},5$, et, à dix heures et demie, il n'était descendu qu'à $+ 19^{\circ},4$: aussi n'aperçut-on aucune trace de brume. Le matin, avant le jour, le thermomètre dans l'atmosphère, sur le rivage, marquait $+ 16^{\circ},1$, dans le courant $+ 17^{\circ},8$: alors la rivière était couverte d'une brume blanche et légère qui disparut entièrement une demi-heure après le lever du soleil.

J'ai fait des observations analogues sur la Save, en Carniole, à la fin d'août; sur l'Izonzo, dans le Frioul, vers le milieu de septembre; sur le Po, près de Ferrare, à la fin du même mois; et sur le Tibre et les petits lacs dans la *Campagna* des environs de Rome, au commencement d'octobre. Jamais, dans aucune de mes observations, je n'ai vu le brouillard se former sur une rivière ou sur un lac quand la température de l'atmosphère était supérieure à celle de l'eau, alors même que l'air était saturé d'humidité.

On pourrait supposer, au premier coup-d'œil, que le même effet devrait être produit, soit que la cause de refroidissement existât sur l'eau ou sur la terre; mais les propriétés particulières de l'eau, auxquelles j'ai fait allusion au commencement de cet écrit, prouvent que cette supposition n'aurait point de fondement. L'eau qui attirerait à elle une partie de la chaleur atmosphérique deviendrait, par cela seul, plus légère, et se maintiendrait à la surface; on sait d'ailleurs qu'elle ne pourrait refroidir l'air qu'avec une extrême lenteur : d'autre part, la couche atmosphérique refroidie, comme plus dense, resterait en contact avec l'eau, et la vapeur ascendante ne saurait

être précipitée puisqu'elle traverserait des couches d'une température graduellement croissante. Ainsi, le 26 août, au coucher du soleil, le lendemain d'une pluie extrêmement abondante, l'atmosphère étant excessivement humide, je trouvai, pour la température de la Drave, près Spital en Carinthie, 8°,5 centigrades de moins que pour celle de l'atmosphère, et cependant l'air sur la rivière était parfaitement diaphane.

Il serait possible que, sans égard aux causes de refroidissement que nous avons indiquées pour l'air qui repose sur le sol, on imaginât que le brouillard se forme sur les lacs et les rivières par la seule perte de chaleur provenant du rayonnement de l'atmosphère ou de la vapeur placée au-dessus de l'eau; alors, dans la production des vapeurs, la source de chaleur serait dans l'eau, et dans leur précipitation, la cause de refroidissement existerait dans l'atmosphère même. Mais il est extrêmement improbable que l'air et les vapeurs invisibles, aux températures ordinaires, puissent perdre une quantité sensible de chaleur par radiation; si le brouillard pouvait naître par cette seule cause, il s'en formerait tous les soirs dans une grande étendue de l'Océan, pourvu que le temps fût calme et serein : or, les récits des navigateurs nous apprennent qu'il n'existe pas de tels brouillards journaliers, même entre les tropiques. J'ai saisi une occasion qui s'est présentée à moi de vérifier, par des expériences directes, la vérité de ces conjectures. Durant un voyage à Pola et pendant le retour, je passai les nuits des 3, 5 et 6 septembre à peu de distance de la côte d'Istrie; le vent se fit très-peu sentir dans ces trois nuits, et je dois même ajouter qu'entre le coucher du soleil et les envi-

rons de minuit, le temps se maintint toujours parfaitement calme. Le 3, le ciel était un peu nuageux, et nous aperçûmes les éclairs d'un orage éloigné; le vaisseau resta constamment peu éloigné de la côte; le 5 et le 6, mais surtout le 5, l'atmosphère était d'une pureté parfaite : car la lumière zodiacale, après le coucher du soleil, brillait du plus vif éclat. Nous navigâmes, à l'aide des avirons, entre deux et huit milles de la côte. La température de la mer, au coucher du soleil, le 5, était de +24°,4 centig.; le 6, de +25°,0; celle de l'atmosphère immédiatement au-dessus était, le premier de ces jours, de +25°,6, et le second de +26°,1. Le 5, vers minuit, à cinq milles de la côte, la mer était à +23°,3, et l'atmosphère à +23°,9; le 6, vers la même heure, à quatre milles du rivage, le thermomètre dans l'eau indiquait +22°,8, et dans l'atmosphère +23°,9. Or, dans aucun de ces cas, on n'aperçut la moindre trace de brouillard en pleine mer ou loin de terre : seulement au-dessous des montagnes d'Istrie, on voyait, avant le coucher du soleil, une légère ligne de vapeurs dont la densité était d'autant plus grande que la montagne voisine était plus élevée; mais, aux approches du lever du soleil, le 7, les sommets des montagnes du Frioul les plus rapprochées de Trieste, paraissaient sortir d'un brouillard blanc et épais qui ne s'étendait pas à un quart de mille du rivage.

Après que le brouillard s'est formé sur une rivière ou sur un lac, son accroissement paraît dépendre à-la-fois de la cause qui d'abord lui a donné naissance, et du rayonnement de calorique provenant des parties aqueuses qui occupent sa surface; ce qui donne lieu à un cou-

rant descendant d'air froid qui vient se mêler à la masse du brouillard, pendant que l'eau chaude continue à déterminer l'ascension des vapeurs : telle est la raison pour laquelle le brouillard qui s'est formé à la surface d'une rivière ou d'un lac s'élève quelquefois beaucoup au-dessus des sommets des collines environnantes. Souvent, durant le mois d'octobre, après des nuits calmes et sereines, j'ai vu ces phénomènes sur le Tibre, dans la *Campagna* de Rome et sur les lacs qui occupent, à *Monte-Albano,* les cratères d'anciens volcans éteints. Le 17 octobre, par exemple, avant le lever du soleil, le temps étant parfaitement calme, un nuage blanc et dense, d'une forme pyramidale, reposait sur le lac *Albano,* et s'élevait beaucoup au-dessus du plus haut pic de la montagne : après le lever du soleil, sa forme changea peu à peu; le sommet disparut d'abord, et le corps du brouillard se dissipa ensuite, comme s'il était fondu par les rayons du soleil. Le brouillard ne se forme point sur les rivières dont les eaux sortant en grande abondance des rocs ou des couches terrestres, ont, par cela seul, la température moyenne du climat, à moins que ce ne soit en hiver, à la fin de l'automne ou au commencement du printemps. Je traversai les Apennins les 1, 2 et 3 octobre 1818; la pluie était tombée en abondance les jours précédens; les nuits étaient parfaitement sereines; les bords de toutes les rivières se couvraient de brouillard le matin et le soir, excepté cependant ceux du Clitumnus, près de sa source : cette rivière sort tout-à-coup d'un banc de pierre calcaire, et quand j'examinai sa température le 3 octobre, à six heures et demie du matin, je trouvai qu'elle était de 4°,3 centigr. au-dessous de celle de l'air.

Une grande sécheresse dans l'air, et un vent sec qui balaie la rivière, empêchent la formation du brouillard, lors même que la température de l'eau surpasse beaucoup celle de l'atmosphère : ainsi, le 14 juin, près de Mautern, quoique le Danube, à cinq heures du matin, fût à + 16°,1, et que le thermomètre dans l'air ne marquât que + 12°,2, on ne voyait aucun brouillard; mais un vent d'est très-fort soufflait alors, et l'on peut conclure de la rapidité avec laquelle ce vent évaporait l'eau, qu'il était dans un état de sécheresse extrême.

Le Tibre m'a fourni un grand nombre d'exemples plus frappans encore. Le 13 octobre, après une nuit très-claire, en arrivant à Ponte-Molle, vers six heures et demie du matin, je n'aperçus aucun brouillard sur la rivière, quoique son eau fût à + 13°,3, et que le thermomètre dans l'air ne marquât que + 8°,9 : il est vrai que le vent soufflait du nord avec force, et arrivait sans obstacle dans la partie où je me trouvais. Le degré de sécheresse indiqué par l'hygromètre n'était d'ailleurs que de 55°.

En remontant plus haut dans la vallée, les parties de la rivière abritées étaient couvertes de brouillard; celui-ci, en s'élevant, disparaissait aussitôt qu'il atteignait la région où le vent se faisait directement sentir; il offrait alors de légères stries, qui ne dépassaient jamais une certaine hauteur et se dissipaient en peu de secondes. Depuis le 13 jusqu'au 25 octobre, la *tramontane* ou vent du nord ne cessa pas de souffler, et je fus souvent témoin des mêmes phénomènes : dans cet intervalle, il arriva une seule fois que la vallée, dans la partie abritée, n'était pas couverte de brouillard le matin; mais l'explication sautait aux yeux : la nuit avait été très-

nuageuse, et le thermomètre, avant le lever du soleil, marquait dans l'eau *un* degré seulement de plus que dans l'air.

Mon intention n'est pas de discuter, dans ce Mémoire, toutes les causes qui peuvent contribuer à faire précipiter une partie de l'humidité atmosphérique, mais seulement de décrire un effet local, très-varié dans ses modifications, et qui n'est pas sans importance dans l'économie de la nature. Dans les climats chauds, la verdure et la fertilité suivent généralement le cours des rivières ; la cause que nous avons indiquée étend ces bienfaits aux montagnes, et même aux plaines environnantes.

Rome, le 8 décembre 1818.

EXTRAIT *d'un Mémoire sur la Nature et la Purification de l'acide pyro-ligneux.*

PAR M. COLIN,
Professeur de Faculté à Dijon.

M. MOLLERAT a fait connaître, il y a quelques années, le procédé au moyen duquel il parvenait à convertir l'acide pyro-ligneux en acide acétique parfaitement pur. Cet ingénieux procédé consiste, comme on le sait, à distiller le bois ; à recueillir les produits liquides qui en résultent ; à séparer mécaniquement l'acide pyro-ligneux du faux goudron qui l'accompagne ; à traiter par la chaux ou son carbonate l'acide séparé de cette manière ; à décomposer par le sulfate de soude le pyro-lignite de chaux ;

à purifier par la fritte et la cristallisation le pyro-lignite de soude, afin de le convertir en acétate de soude; et enfin à décomposer l'acétate de soude par l'acide sulfurique, pour en isoler l'acide acétique. C'est ainsi qu'il l'obtient pur et bien concentré.

Quoique ce procédé remplisse bien son objet, et qu'il soit exécuté en grand avec beaucoup de succès, il serait néanmoins possible de ramener l'acide pyro-ligneux à l'état d'acide acétique pur par un moindre nombre d'opérations. C'est ce qui m'a engagé à tenter les expériences dont je vais rendre compte.

Les produits liquides que fournit immédiatement la distillation du bois sont, comme on sait, une espèce de goudron et de l'acide pyro-ligneux plus ou moins étendu d'eau en raison du degré de dessiccation du bois et de sa nature; mais en les soumettant à l'analyse, on en retire, outre beaucoup d'eau, de l'acide acétique pur, de l'esprit pyro-ligneux, une huile essentielle empyreumatique et une matière brune, très-charbonnée, inflammable, que laisse le goudron après la séparation de l'huile essentielle.

L'acide acétique pur est le dernier terme des opérations que l'on fait éprouver à l'acide pyro-ligneux pour en séparer les matières inflammables; car ce dernier acide ne diffère de l'acide acétique, comme l'ont fait voir depuis long-temps MM. Fourcroy et Vauquelin, que par la présence de ces matières qui restreignent beaucoup son usage dans les arts.

L'esprit pyro-ligneux s'obtient en distillant l'acide pyro-ligneux fourni par la distillation du bois, après en avoir séparé mécaniquement le goudron, et en ne

recueillant que le premier produit de la distillation : ce produit, rectifié une seconde fois sur de la magnésie pour le priver d'acide acétique, fournit un liquide dont l'odeur très-forte, mêlée d'empyreume, a pourtant quelque chose d'éthéré ; il a une saveur brûlante et une grande inflammabilité. Il se dissout en toute proportion dans l'eau, l'alcool, l'éther, et se mêle à l'huile d'olive. Ces propriétés semblent ne devoir appartenir qu'à l'esprit pyro-acétique, quoique ici l'odeur soit très-différente; mais comme elle a quelque chose de commun avec celle de l'huile essentielle empyreumatique, il serait possible que la présence d'une petite quantité de cette huile fit toute la différence. Je suis d'autant plus porté à le croire que les acétates sont, d'après M. Chenevix, les seuls corps dont la distillation fournisse de l'esprit pyro-acétique ; que toutes les sèves des végétaux, selon M. Vauquelin, contiennent de l'acétate de potasse, et quelques-unes de l'acétate de chaux ; et qu'enfin, en traitant par l'eau l'esprit pyro-ligneux, il s'y fait d'abord un léger trouble que de nouvelle eau fait bientôt disparaître. Or, c'est justement ainsi, ce me semble, que se comporterait l'esprit pyro-acétique tenant en dissolution une faible dose d'huile essentielle ; l'eau précipiterait d'abord celle-ci, puis la redissoudrait quand elle s'y trouverait en quantité suffisante : j'appellerai donc indifféremment ce produit esprit pyro-ligneux ou pyro-acétique.

En distillant l'huile épaisse ou goudron à un feu très-ménagé, on en retire de l'eau, de l'acide acétique et de l'huile essentielle empyreumatique. Celle-ci est transparente, d'un brun rougeâtre ; elle ne poisse pas les doigts ; son odeur est très-forte, sa saveur très-âcre. Il serait pos-

sible de lui enlever son odeur, comme l'a fait M. Saussure pour l'essence de naphte, et alors on pourrait l'employer pour l'éclairage et la composition des vernis.

Le résidu de la distillation du goudron est noir, d'une forte consistance d'extrait; distillé une seconde fois en y ajoutant de l'eau, il fournit un liquide roux, aigre, amer et astringent, ayant l'odeur d'empyreume. Le résidu était encore noir, mais solide. Une troisième distillation avec une plus grande quantité d'eau a donné à-peu-près les mêmes résultats : la dernière portion d'eau distillée était d'une acidité agréable et d'une couleur à-peu-près blanche; son odeur était légèrement aromatique. Les diverses eaux acides obtenues par la distillation ont laissé à la rectification un faible résidu brun-noirâtre, semblable à l'huile épaisse du bois. Les eaux provenant de la première et de la seconde distillation se jaunissaient à la longue dans l'air, et conservaient toujours une odeur d'empyreume, allant pourtant en diminuant à chaque distillation, parce qu'elles retenaient de l'huile empyreumatique qui éprouve une altération à l'air et devient concrète.

Le résidu du goudron, après ces distillations successives avec de l'eau, a été lavé un grand nombre de fois : les premières eaux moussaient comme une savonnade, et leur couleur fauve était tellement foncée qu'elles en paraissaient noires : elles ne précipitaient point la gélatine. Leur évaporation donnait une poudre de couleur capucin, d'une saveur piquante, âcre et astringente. La dissolution de cette poudre, mise en évaporation, avait une odeur de suie légèrement piquante, et les vapeurs rougissaient le papier de tournesol, en raison de l'acide

pyro-ligneux qu'elles contenaient. Les dernières eaux de lavage n'avaient plus de goût, si ce n'est une très-faible âcreté; mais elles conservaient une couleur d'un jaune faible.

Des lavages à l'eau chaude n'ayant pas produit plus d'effet que les derniers lavages à l'eau froide, on a examiné la matière qui donnait ainsi à l'eau la propriété de mousser, bien qu'elle s'y dissolvît en très-petite quantité. Ce résidu tant lavé avait une couleur brune, un éclat de résine et point de goût : il était peu soluble dans l'eau, un peu plus dans l'alcool, un peu dans l'éther, beaucoup dans l'acide acétique, et plus encore dans les alcalis caustiques. L'eau ne précipite point sa dissolution alcoolique; ce n'est donc point une résine, mais une matière *suî generis*, qui ne me semble point avoir été décrite : elle brûle, et se dissipe aisément sur les charbons sans donner d'odeur sensible. D'après ces observations, l'huile épaisse du bois contient de l'acide acétique, de l'huile essentielle empyreumatique, et la matière particulière qui vient d'être décrite. Tant que cette huile épaisse, si improprement appelée *goudron*, n'est privée d'aucun de ces principes, elle se dissout complètement dans l'alcool, et l'eau ne précipite rien de cette dissolution.

L'acide pyro-ligneux ne diffère, comme on l'a dit, de l'acide acétique que parce qu'il contient de l'huile empyreumatique. Celui retiré du pyro-lignite de chaux, et qui est par conséquent déjà purifié, n'a donné à M. Tilloy, avec le protoxide de plomb, que quelques cristaux mal prononcés, accompagnés d'une énorme quantité d'une substance à laquelle il donne le nom de *champi-*

gnons, en raison de la promptitude avec laquelle elle se manifeste, et de la forme qu'elle affecte. L'acide acétique pur donnant, au contraire, avec le même oxide, une très-belle cristallisation sans *champignons*, et ne produisant de ces derniers, ainsi que je m'en suis assuré, que lorsqu'il contient de l'huile empyreumatique du bois, ou autre matière analogue, j'ai reconnu le degré de pureté de l'acide pyro-ligneux par la nature de la cristallisation qu'il donne avec l'oxide de plomb. Je vais maintenant exposer les essais que j'ai faits sur cet acide pour le purifier.

L'acide pyro-ligneux provenant de la distillation immédiate du bois contient d'autant plus d'huile épaisse qu'il est plus concentré : l'eau, en l'affaiblissant, peut lui en faire abandonner une partie ; mais il en retient toujours une quantité considérable. Soumis à la distillation au bain-marie, il donne un liquide incolore, d'une saveur très-âcre, due à de l'esprit pyro-acétique : à l'air, ce liquide ne tarde pas à brunir ; il perd en quelques jours son âcreté, et son acidité se manifeste et devient même dominante. A chaque nouvelle distillation, il donne un résidu qui va, à la vérité, en diminuant ; mais il conserve toujours de l'huile empyreumatique, qui lui donne une saveur désagréable, et lui fait produire des *champignons* avec l'oxide de plomb. L'acide pyro-ligneux introduit dans le digesteur de Papin s'est trouvé un peu décoloré au bout d'une demi-heure ; il avait aussi beaucoup perdu de son odeur. Un plus long traitement n'y a rien fait de plus. J'estime qu'il a perdu ainsi de l'eau, un peu d'huile et de l'esprit pyro-acétique. Si on le fait alors traverser, à la chaleur de l'eau bouillante, par un courant

l'air, il ne conserve que peu d'odeur empyreumatique ; il est néanmoins encore très-impur.

Le charbon végétal et même le noir d'os laissent à l'acide pyro-ligneux toute son odeur et toute sa couleur : cependant le résidu charbonneux de la fabrication du bleu de Prusse le décolore et lui enlève presque toute son odeur d'empyreume. Après ce traitement, il brunit de nouveau au contact de l'air, et celui qu'on a rectifié deux fois avant de le passer au charbon n'est point encore de l'acide acétique pur.

Lorsqu'on distille l'acide pyro-ligneux et qu'on fractionne le produit, la première partie, comme il a été dit, contient l'esprit pyro-acétique ; la seconde, étant rectifiée, est blanche et fortement acide ; elle a un léger goût d'empyreume et une odeur de fumée. Traitée par la braise, elle perd son odeur, et si on la distille de nouveau, elle abandonne une matière rouge d'un goût astringent, et donne une liqueur acide qu'on ne distingue point par la saveur et l'odeur du vinaigre distillé, mais qui ne donne point de cristaux avec la litharge.

La matière rouge dont je viens de parler, et qui se reproduit fréquemment, me paraît être de l'huile empyreumatique altérée par le traitement que l'on fait éprouver à l'acide pyro-ligneux. Tous ces faits établissent à mes yeux l'existence de l'huile empyreumatique dans un acide pyro-ligneux dépouillé de toute odeur d'empyreume. Ici l'huile se comporterait, pour ainsi dire, comme une base terreuse, puisqu'elle est susceptible de former avec l'acide acétique une combinaison, tantôt avec excès d'acide et tantôt avec excès d'huile empyreumatique.

Le chlore ne décolore pas l'acide pyro-ligneux ; l'e est aussi sans action sur lui, à moins qu'il ne soit trè concentré; dans ce cas, elle en précipite une porti d'huile épaisse qu'il dissout beaucoup mieux étant co centré que lorsqu'il est affaibli.

Le peroxide d'étain ne produit pas un effet avan geux. Lorsque, après avoir lavé l'oxide, on a cherché le décolorer par l'acide nitrique, il a répandu l'odeu même de l'acide nitrique que l'on aurait mis sur des m tières animales ; la liqueur était d'un beau jaune, et ell exhalait une odeur marquée d'acide hydrocyanique. serait singulier qu'il se fût produit une matière animal pendant cette réaction.

Un acide pyro-ligneux provenant de la décomposi tion du pyro-lignite de chaux par l'acide sulfurique été porté à l'ébullition sur de l'oxide noir de manganèse le sel qui en est résulté, décomposé de nouveau pa l'acide sulfurique, a fourni de l'acide acétique à-peu près pur.

L'argile blanche se dissout par digestion dans l'acid pyro-ligneux, et en diminue singulièrement la couleu Cette dissolution, qu'on peut blanchir parfaitement pa le charbon animal provenant de la fabrication du bl de Prusse, est tellement chargée d'alumine qu'elle s prend en magma lorsqu'on la traite par l'ammoniaqu Ce résultat peut être de quelque importance pour les arts L'argile avait été préalablement lavée avec l'acide hydro-chlorique affaibli.

La gélatine ne précipite l'acide pyro-ligneux qu'autan qu'il serait troublé par l'eau ; elle est donc sans actio sur lui.

Le sulfate rouge de manganèse ne le purifie qu'imparfaitement.

Tentatives pour purifier le pyro-lignite de chaux.

Le traitement de l'acide pyro-ligneux ne m'ayant présenté rien de bien satisfaisant sous le rapport de sa purification, j'ai essayé, à son tour, la combinaison qu'il contracte avec la chaux. Ce composé était encore jaunâtre, même après avoir été fritté deux fois avec beaucoup de soin, et l'acide que j'en ai dégagé par l'acide sulfurique était encore loin d'être pur. Le pyro-lignite de chaux à l'état sec, soumis à la chaleur dans la marmite de Papin, et ensuite fritté doucement, n'a point éprouvé de changemens importans. A l'état de dissolution dans l'eau, il n'est point altéré par la braise ni même par le noir d'os; mais le charbon animal provenant de la fabrication du bleu de Prusse lui a enlevé toute son odeur, et l'acide sulfurique en a séparé un acide d'une saveur et d'une odeur franches, qui pourtant a fourni des végétations lorsqu'on l'a converti en acétate de plomb. Ce procédé peut fournir un produit assez beau : il m'a semblé plus coûteux que celui de M. Mollerat.

Enfin, j'ai traité le pyro-lignite de chaux par la litharge, l'oxide noir de manganèse, la chaux, l'argile blanche, l'alcool, l'acide sulfurique, le même chargé d'acide nitrique ou nitreux, le sulfate rouge de manganèse, et les résultats n'ont pas été plus avantageux.

L'acétate de plomb a décoloré en partie et privé d'odeur la dissolution de pyro-lignite calcaire; il s'est fait un précipité couleur de lie. L'acétate d'étain a fait disparaître complètement l'odeur et la couleur.

Je dois à M. Tilloy la connaissance d'un fait qui me paraît curieux : le carbonate de chaux décompose l'acétate de plomb, et l'on obtient ainsi de l'acétate de chaux et de la céruse. Ce procédé pourrait être appliqué à la purification de l'acide pyro-ligneux si la céruse qu'il fournit était belle ; mais elle est toujours grisâtre, lors même qu'on prépare le pyro-lignite de chaux par l'acide sulfurique.

Purification du pyro-lignite de plomb.

La fritte de ce pyro-lignite donne lieu à une amélioration. Le noir d'os qu'on fait bouillir avec une dissolution de ce sel y produit quelque effet avantageux. L'alcool le dissout, mais n'en sépare rien. L'acide acétique pur qu'on y ajoute, l'acide carbonique qu'on y fait passer, quelques gouttes d'acide sulfurique, sont autant de moyens d'en favoriser la cristallisation ; mais en le redissolvant à grande eau et le faisant cristalliser spontanément, on s'aperçoit que ce mieux se réduit à séparer quelques cristaux et de nombreux champignons (1).

---

(1) La cristallisation du pyro-lignite de plomb que l'auteur a favorisée en ajoutant de l'acide acétique, de l'acide carbonique et de l'acide sulfurique, nous semble démontrer qu'il avait employé une trop grande quantité d'oxide de plomb pour saturer son acide pyro-ligneux. Cette circonstance a pu l'induire quelquefois en erreur sur le degré de pureté qu'il cherchait à donner à cet acide ; car on sait que l'acide acétique pur ne cristallise pas bien avec un excès de plomb. Au reste, cette observation ne porte aucune atteinte aux conclusions qu'on peut tirer de ses résultats. (R.)

L'acide nitrique ajouté à petite dose le purifie complètement ; il y produit par l'ébullition un précipité rougeâtre et grenu, presque entièrement composé de nitrate de plomb : la dissolution prend aussi la même couleur ; le charbon la décolore, et sa cristallisation spontanée ne donne que de beaux cristaux.

EXTRAIT *des Séances de l'Académie royale des Sciences.*

Supplément à l'analyse de la séance de l'Académie du 6 septembre 1819 (1).

(Extrait du Mémoire de M. JOMARD.)

LES Egyptiens écrivaient les nombres à la manière des Romains, la même que celle dont usaient les Grecs lorsqu'ils employaient les lettres capitales. Ils avaient des signes pour l'unité, pour 5, pour 10, pour 100 et pour 1000 ; c'est ce que je vais m'efforcer de faire reconnaître sur les monumens.

---

(1) Nous nous étions engagés, dans le Numéro précédent, à faire connaître le Mémoire de M. Jomard sur les signes numériques des anciens Egyptiens ; mais nous aurions difficilement tenu notre promesse si l'auteur n'avait pas eu la bonté de rédiger lui-même la notice qu'on va lire, et de nous fournir la planche qui se trouve à la fin du Cahier. L'extrait des séances de l'Académie nous conduit souvent à parler de Mémoires étrangers aux deux sciences qui font le principal objet de ce journal ; les lecteurs auront remarqué que nos analyses sont alors très-abrégées : nous n'avons, pour cette fois, dérogé à la règle que nous nous sommes imposée qu'en raison des découvertes importantes en histoire, en astronomie, et dans d'autres sciences, qu'une connaissance certaine des hiéroglyphes numériques des Egyptiens semblerait promettre.

En considérant avec quelque attention, dans le palais de Karnak, à Thèbes, la partie de ce grand édifice qui, contre l'ordinaire, est bâtie toute en granit, on remarque une façade toute sculptée et couverte de peintures (une partie est gravée, pl. 35, *Ant.*, vol. III de la *Description de l'Egypte.*) Au lieu de tableaux religieux, encadrés entre les colonnes d'hiéroglyphes horizontales ou verticales, les artistes y ont représenté des étendards, des vases précieux, des meubles richement ornés, des colliers de corail, de perles et de pierreries, des parures dorées, et une multitude d'objets de prix, placés les uns à côté des autres sur plusieurs séries et sans aucune séparation. Cette disposition, rare dans les monumens, est propre au genre de représentation qui nous occupe. Ici, tous ces objets paraissaient rassemblés dans le seul but d'en faire l'énumération. Or, on trouve au-dessous, et dans des bandes horizontales qui correspondent aux colonnes des hiéroglyphes ordinaires, des signes d'une espèce particulière, groupés de plusieurs façons, 2 à 2, 3 à 3, 4 à 4, 5 à 5. L'un est un rectangle très-étroit et allongé, placé verticalement; l'autre a presque la forme d'un fer-à-cheval; quelquefois celle du Π grec. Les mêmes signes sont aisés à distinguer dans d'autres tableaux de Thèbes à Karnak (*voyez* pl. 38, *Antiquités*, vol. III du même ouvrage), où ils ont été renfermés dans des cases, comme pour empêcher qu'on ne les confondît avec les autres signes de l'écriture hiéroglyphique. En examinant ces caractères, l'ordre dans lequel ils sont disposés, la place qu'ils occupent, il est impossible de ne pas reconnaître qu'ils ont une destination différente de celle des hiéroglyphes ordinaires, et il n'est personne qui ne conçoive aussitôt l'idée que ces signes peuvent être des chiffres, exprimant la quantité des objets placés au-dessus. Je pense que ces deux figures représentent, la première l'unité, et la seconde une dizaine.

Il ne peut y avoir aucune difficulté, du moins aucun doute raisonnable sur le signe de l'unité, et l'on ne comprend point comment des écrivains ont conçu l'idée bizarre que le 1 des Egyptiens était représenté par deux lignes séparées : peut-être est-ce un passage d'Horapollon, qui l'a suggérée; mais il paraît avoir été mal en-

tendu. Entre autres significations que l'auteur attribue à la figure du vautour, il assure que cet oiseau indiquait deux drachmes; et la raison qu'il en donne est que, chez les Egyptiens, deux lignes expriment l'unité. Or, ces deux lignes sont, selon moi, les deux côtés longs du rectangle : les interprètes et les commentateurs n'avaient point rendu un compte satisfaisant de ce passage.

Le signe du nombre 5 était quelquefois une étoile. Horapollon nous apprend, au chap. XIII du I[er] liv., que la figure d'un astre exprimait le nombre 5; mais j'en trouve une autre preuve dans l'inscription hiéroglyphique de la *Pierre de Rosette*, qui est la traduction de l'inscription grecque, ainsi qu'on le sait positivement par le texte de celle-ci (1). A la ligne 50 du grec, on lit : ΗΜΕΡΑΣ ΠΕΝΤΕ, ou *cinq jours*; et à l'endroit correspondant des hiéroglyphes, ligne 13, on trouve les deux signes de la planche, figure 3, c'est-à-dire, cinq soleils, ou cinq jours solaires (2).

Pour écrire cinq, on réunissait aussi cinq rectangles ou unités, placées parallèlement et debout; on conçoit aisément comment on a eu l'idée de ranger ces cinq barres sous la forme d'une étoile (3).

Horapollon et les monumens nous faisant reconnaître ainsi le 1 et 5; et le signe en fer-à-cheval, ou le Π, étant

---

(1) Les nombres 30, 9, 4, 18, 2 et 8, sont cités dans les lignes 2, 4, 6, 18 et 24 de l'inscription grecque; malheureusement les parties correspondantes des hiéroglyphes manquent. D'autres nombres se trouvent dans ceux-ci; je n'en parlerai point dans cette courte notice.

(2) La double circonférence de cette figure ne doit pas empêcher d'y reconnaître le disque du soleil, si souvent représenté dans les monumens par un cercle recreusé et en relief. Les caractères gravés sur la pierre étaient trop petits pour exprimer ce relief dans le creux; et il fallait deux cercles pour rendre le disque plus sensible et le rapprocher de l'effet de la sculpture en grand.

(3) Je dois renvoyer ici à l'écrit que j'ai publié sur le système métrique des anciens Egyptiens et leurs connaissances géométriques, chap. XII, première partie, et où j'ai traité de l'étoile égyptienne.

placé immédiatement avant celui de l'unité dans les inscriptions numérales, il est visible qu'il est supérieur à 5, et il est déjà très-probable que sa valeur est 10. Or, la Pierre de Rosette en donne la preuve deux fois.

1°. A la ligne 43 de l'inscription grecque, on trouve ces mots : ΒΑΣΙΛΕΙΑΣ ΔΕΚΑ, c'est-à-dire, *dix couronnes*; à la place correspondante dans l'inscription en hiéroglyphes, ligne 11, on trouve les deux signes de la planche, figure 1.

2°. A la ligne 46 du grec, on lit : ΤΡΙΑΚΑΔΑ ΜΕΣΟΡΗ, c'est-à-dire, le 30e *jour de mésori*; à l'endroit des hiéroglyphes correspondant (ligne 12), on trouve les caractères gravés dans la planche, figure 2.

Comme on l'a vu plus haut, le dernier signe à gauche indique le mot *jour*; les deux signes qui précèdent se rapportent sans doute au mois de *mésori*; puis viennent les trois dizaines.

Dans un passage d'Horapollon, liv. II, chap. 30, on lit qu'une ligne droite accolée à une autre ligne courbée supérieurement indique 10 lignes planes. Les commentateurs n'ont pas expliqué ce passage : il me semble éclairci, tant par le signe dont il est question que par la valeur que je lui donne. En effet, les deux lignes, étant rapprochées, font la dizaine.

Dans le monument de Karnak précité, on lit aisément, dans cette hypothèse, le nombre 35, en procédant de droite à gauche. *Voyez* (figure 4) les nombres 1, 2, 3, 4, etc.

Si l'on consulte maintenant la planc. 38 du vol. III du même ouvrage, on reconnaît sans peine beaucoup de nombres exprimés avec les deux mêmes figures : j'en citerai seulement quelques exemples où se rencontre le chiffre égal à *cent*, formé d'une ligne spirale, ainsi qu'on voit, dans la planche, fig. 10, 14, 15.

Le signe de la centaine ressemble beaucoup à cette tige qui est jointe à la coiffure des dieux et des prêtres, en forme de mitre, ou plutôt de *cidaris*; mais la queue de la tige est plus courte. La partie postérieure du pylône, au temple de Medynet-Abou, est entièrement couverte de carreaux qui renferment cette même figure numérique et les deux citées plus haut.

Dans le grand manuscrit hiéroglyphique, pl. 72 à 75, *Antiq.*, vol. II, il y a d'autres exemples de nombres encore composés des mêmes signes :

400, 30, 25 40.

Dans le même monument de Karnak, on remarque une figure très-fréquemment répétée, et qui représente, selon moi, une feuille de *nymphæa* ou *lotus*, que supporte une tige placée verticalement et coupée par une barre. (*Voyez* les caractères de la première ligne dans la fig. 9.) Cette tige semble *dominer* sur l'eau, représentée peut-être par la barre horizontale. Sa position toujours voisine des autres signes de nombre, qu'elle précède constamment, suffit pour faire présumer qu'elle a une valeur numérique. Le fait est presque démontré en observant que le signe est répété 4, 5, 6 et 7 fois ; ce qui n'arrive jamais des caractères ordinaires de l'écriture hiéroglyphique. Divers rapprochemens, aussi-bien que l'analogie, font voir que cette valeur est égale à 1000. En effet, 1° ce signe précède le *cent* comme le *cent* précède le 10, comme le 10 précède l'unité ; 2° il se trouve placé d'une manière correspondante au X des Grecs et au M des Romains ; 3° quand plusieurs nombres valant au-delà de 100 sont figurés à la suite et en avant des objets dont ils expriment la quantité, les chiffres qui les composent ont toujours en tête le caractère dont il s'agit, gravé une ou plusieurs fois ; 4° ce signe a de la ressemblance avec le signe de 1000 dans l'écriture chinoise, et surtout avec le caractère antique, tel que me l'a fait connaître M. Abel Remusat, professeur au Collége de France.

Ici je reconnais plus particulièrement le *nymphæa cærulea*, ou *lotus* azuré ; la feuille est aisée à distinguer de celle du *nymphæa lotus*, qui est fortement dentelée. Or, en coupant le fruit du *nymphæa cærulea* (Voyez *Description de l'Egypte, Botanique*, pl. 62), on a sous les yeux, dans les deux coupes, environ un *millier* de graines. Ce n'est là qu'un simple rapprochement. Le fait est que les graines sont fines comme du *millet* et très-nombreuses. Il est même remarquable que les graines de *lotus* ont, en Egypte, le surnom de *millet*. M. Delille

observe, dans son excellente *Description des lotus*, qu'il a entendu appeler ces graines *dokhn el bachenyn*, c'est-à-dire, *millet* de bachenyn (ou de *lotus*). (Voyez *Descript. de l'Egypte*, *Hist. nat.*, t. II, p. 64 et 305.) Ajoutons que *noufar* est le nom arabe de cette plante : or, *nâf*, qui semble être la racine, signifie *ce qui s'élève et domine*; et *nyf*, les nombres ronds supérieurs à dix, comme *cent* et *mille*. Au reste, le nombre exact n'est pas ici à considérer ; il suffit de reconnaître dans la plante des traits qui se rapportent à un nombre élevé en général, multiple de 10, et qui ont pu engager à la choisir comme le signe de *mille* (1).

Je vais rapporter plusieurs exemples de nombres assez considérables, que nous avons copiés sur le monument de Karnak. On y reconnaitra la même disposition, la même marche que j'ai décrite : toujours les nombres sont écrits de droite à gauche, et du haut en bas ; d'abord les mille, ensuite les cents, puis les dizaines, et enfin les unités. C'est cette disposition constante qui m'a conduit à conjecturer la valeur du signe que je regarde comme celui de la centaine (2).

La chose comptée est figurée à la suite des chiffres par deux ou trois signes de l'espèce ordinaire, exprimant sans doute des mots simples, qui se trouvent par là isolés et distincts. Il faut remarquer ici l'avantage qu'on pourra tirer, par la suite, de la connaissance des chiffres pour reconnaître les objets substantifs, ou les êtres qu'ils sont destinés à énumérer, comme des hommes, des chevaux, etc. ; des vases, des poids, etc. ; ou des jours, des années, etc. (*Voyez* les figures 9, 11, 12 et 13 de la planche.)

Tous les exemples que j'ai cités d'après les monumens montrent que les signes numériques des Egyptiens, du moins ceux que nous connaissons, étaient employés suivant le même système que les chiffres grecs en lettres ca-

---

(1) On trouve dans plusieurs langues orientales, au sujet du *lotus* et de sa signification numérique, divers autres rapprochemens qui ne sont pas indignes d'attention.

(2) Il serait impossible d'admettre une hypothèse plus plausible.

pitales, c'est-à-dire, 1° que la valeur ne changeait point avec la position; 2° que les signes étaient au nombre de cinq, exprimant les valeurs de 1, 5, 10, 100, 1000, avec lesquels on composait tous les nombres, depuis 1 jusqu'à 10,000.

Il reste à découvrir s'il y avait des signes pour exprimer 10,000, 100,000, etc. Il serait possible que le nombre 10,000 s'exprimât simplement par la dizaine placée à droite du mille; 100,000, par la centaine à la droite du mille, et que, par exemple, le groupe de la figure 2 signifiât 276,000, au lieu de 1276. Il y a même un exemple qui indiquerait qu'à la manière des Chinois, les Egyptiens écrivaient 300, en plaçant trois unités devant le signe de 160. Peut-être trouvera-t-on d'autres caractères encore dans le monument de Medynet-Abou, sur lequel j'ai observé une quantité innombrable d'hiéroglyphes numériques parfaitement reconnaissables.

Je soupçonne que les fractions étaient indiquées par le signe de l'unité, plus petit, et par des cercles d'une moindre proportion que les chiffres: en effet, des petites figures de cette espèce suivent les unités, et précèdent le nom de la chose comptée.

Le monument de Thèbes, que nous venons d'examiner, est sans doute un des lieux où les prêtres d'Egypte expliquèrent à Germanicus le *dénombrement* des tributs et des dépouilles que Ramessès avait rapportés de ses conquêtes, et qui, selon le témoignage de Tacite, était gravé sur les édifices de Thèbes : *Legebantur et indicta gentibus tributa, pondus argenti et auri; numerus armorum equorumque, et dona templis, ebur atque odores, quasque copias frumenti, et omnium utensilium quæque natio penderet* (Annal., liv. II). Ce récit n'a pas besoin de commentaires. L'application que je fais du passage de Tacite est confirmée par Diodore de Sicile et par Ammien Marcellin. Selon le premier, Sésostris avait fait graver sur deux grands obélisques des inscriptions qui marquaient la *quantité* des tributs qu'il avait perçus, et le *nombre* des peuples qu'il avait subjugués (L. I, c. 57).

Il est possible qu'on rencontre encore dans les monumens des chiffres pour 50, pour 500, pour 5000, comme

dans la notation romaine, puisque nous avons déjà le chiffre 5. Ce système quinaire n'est pas particulier aux Romains, et il se trouve aussi chez les Grecs, qui enfermaient dans un Π, le Δ, le Η, et le Χ, pour multiplier par 5 les nombres 10, 1000.

Le Traité d'Horapollon ne renferme que six passages relatifs à des nombres. J'en ai cité trois; dans les autres, on trouve le nombre 1095, et le nombre 16, simple ou redoublé; mais, au lieu d'en définir la figure, l'auteur en donne la signification symbolique. Il serait curieux de rencontrer les groupes de signes correspondans.

La même planche de l'ouvrage qui a été cité offre un signe qui, au premier coup-d'œil, a beaucoup d'analogie avec une forme de poids. C'est une masse plate, surmontée d'un crochet propre à la saisir. Cette disposition est commode, et rend probable l'idée que nous attachons à la figure dont il s'agit. Ici elle est précédée du nombre 10; cette notation est trois fois répétée: on pourrait donc la regarder comme l'expression de dix fois un poids déterminé; au-dessous, on lirait de même deux fois le poids dont il s'agit. Mais il faut se rappeler que le monument d'Elethyia représente les poids antiques sous une figure bien différente: ces poids ont la forme annulaire, précisément comme les poids de *rotle*, usités de nos jours au Kaire et dans toute l'Egypte (*voyez* la dernière figure de la planche), et cette forme est encore plus commode que celle qui est représentée à Karnak. En effet, des poids pareils sont faciles à empiler jusqu'à une assez grande hauteur; ils sont aussi très-faciles à enlever. J'ai vu maintes fois des marchands transporter au loin, sur leurs épaules ou sur leurs bras, et sans fatigue, une quantité considérable de ces poids, qu'il eût été impossible de porter sous une autre forme.

Le docteur Thomas Young est parvenu, de son côté, aux mêmes résultats que moi pour la valeur des signes 1, 10, 100 et 1000. (Voyez *Supplément à l'Encyclopédie britannique*, vol. IV, récemment publié). Dans l'*Explication des Planches de Thèbes*, imprimée en 1811, nous avions fait remarquer, MM. Jollois, Devilliers et moi, que ces figures étaient des signes numériques; et une

année auparavant, j'avais fait graver ces caractères à l'imprimerie du Gouvernement.

Séance du lundi 27 septembre.

M. Viard adresse deux Mémoires : l'un sur la manière de classer les fils dans les filatures ; l'autre sur une méthode nouvelle de compter le nombre de tours d'une roue. (Ils sont renvoyés à l'examen d'une commission.)

M. Berthollet fait un rapport sur le Mémoire présenté par MM. Pelletier et Caventou, et dans lequel ils décrivent les propriétés du nouvel alcali découvert dans la fausse angusture.

Le Mémoire lui-même ayant été inséré dans ce Cahier, il nous suffira de transcrire ici les conclusions du rapport : « Ce nouveau Mémoire de MM. Pelletier et » Caventou mérite les mêmes éloges que les précédens ; » nous les invitons à suivre la carrière qu'ils se sont » ouverte, et nous pensons que ce Mémoire mérite » d'être inséré dans le *Recueil des Savans étrangers.* »

M. Beudant lit un *Mémoire sur la Pierre d'alun.* (Nous ferons connaître ce travail après que les commissaires l'auront examiné.)

M. Sanchez adresse un Mémoire pour être déposé au Secrétariat.

M. Saint-Aubin lit un *Mémoire sur l'Economie politique*, dont il nous serait impossible de donner l'analyse.

M. Brongniart, au nom d'une commission, fait un rapport *sur la Distribution géognostique des terrains*, que M. de Bonnard a présentée à l'Académie.

Cet article de M. de Bonnard devant paraître dans l'un des *Dictionnaires d'Histoire naturelle* qui s'impriment maintenant, il serait superflu d'en présenter ici l'analyse ; nous nous contenterons de dire que le rapporteur y a trouvé, « dans beaucoup de parties, un ordre de classi- » fication propre à l'auteur, des rapprochemens nou- » veaux, des observations judicieuses, des discussions » savantes et une saine critique. »

JOURS.	9 heures du matin. Barom. à 0°.	Therm extér.	Hygr.	Midi. Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	3 heures du soir. Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	9 heures du soir. Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	Thermomètre. maxim.	minim.	ÉTAT DU CIEL à midi.	VENTS.
1	756,30	+18,5	82	755,42	+22,9	65	754,06	+24,3	56	754,22	+17,8	76	+24,3	+12,5	Beau.	S. S. E.
2	754,30	+18,6	70	754,66	+23,2	61	754,22	+22,5	65	754,78	+19,0	94	+23,2	+12,7	Très nuageux.	S O.
3	753,08	+16,5	96	752,40	+19,0	80	751,20	+18,2	85	751,20	+16,0	99	+19,0	+15,5	Couvert.	S. O.
4	751,17	+15,2	87	750,78	+19,0	66	750,10	+18,3	62	750,22	+13,9	91	+19,0	+12,1	Nuageux.	S. O.
5	752,40	+11,0	79	755,10	+ 9,8	83	757,05	+12,0	57	761,38	+ 6,8	81	+12,0	+ 5,7	Petite pluie.	N. O.
6	764,22	+10,4	75	763,83	+14,4	59	762,80	+14,2	60	762,24	+ 9,1	80	+14,4	+ 6,2	Très-nuageux.	S. O.
7	760,03	+12,0	81	760,10	+14,2	77	759,45	+15,0	75	759,51	+13,0	80	+15,0	+11,0	Couvert.	O. S. O.
8	760,46	+14,9	86	760,77	+15,5	83	760,30	+17,2	79	760,05	+14,7	93	+17,2	+12,5	Couvert.	O.
9	758,12	+13,5	92	757,39	+16,5	82	755,54	+18,0	70	754,50	+14,4	97	+18,0	+11,6	Couvert.	S.
10	754,54	+[illegible],5	84	754,70	+21,4	70	753,91	+22,5	62	754,92	+16,2	91	+21,4	+12,0	Trouble et nuageux.	S. E.
11	755,86	+17,0	87	755,75	+20,8	70	755,40	+22,0	64	756,27	+16,2	91	+22,0	+11,4	Beau.	S.E. faib
12	757,87	+15,1	87	757,80	+20,1	80	757,46	+21,9	65	758,27	+16,7	90	+21,9	+10,5	Superbe	Calme
13	758,80	+13,8	83	758,20	+18,0	78	75[illegible],30	+20,5	65	758,77	+10,0	89	+20,5	+10,4	Beau.	S. S. E
14	760,64	+14,8	87	761,02	+16,8	66	760,82	+16,6	66	761,28	+13,7	86	+16,8	+12,8	Très-nuageux.	O. N. O.
15	762,23	+13,2	90	762,52	+15,4	74	762,60	+15,1	53	764,68	+10,2	83	+15,4	+ 9,5	Nuageux.	N.
16	765,12	+ 8,9	89	763,84	+12,1	75	762,38	+14,0	65	760,60	+10,0	77	+14,0	+ 8,5	Nuageux.	O.
17	757,72	+ 8,2	81	757,47	+10,4	71	757,76	+10,1	65	759,36	+ 6,2	88	+10,4	+ 5,8	Très-nuageux.	N O fort
18	759,00	+ 7,5	85	759,13	+12,6	63	758,57	+12,2	60	759,78	+ 8,4	90	+12,2	+ 4,4	Nuageux.	N.E. fort.
19	759,60	+ 7,2	96	758,78	+10,5	65	757,95	+12,4	56	757,90	+ 6,2	82	+12,4	+ 6,2	Nuageux.	N. fort.
20	755,03	+ 5,9	88	754,02	+11,1	70	752,28	+13,4	62	751,10	+ 6,8	83	+13,4	+ 0,1	Légers nuages.	N. N. E.
21	747,89	+ 8,1	100	74[illegible],62	+11,4	90	74[illegible],76	+ 8,4	83	748,65	+ 3,7	90	+11,4	+ 3,1	Couvert	S. O
22	746,42	+ 4,8	87	748,70	+ 7,2	52	749,42	+ 7,8	61	749,50	+ 5,6	80	+ 7,8	+ 3,8	Très-nuageux.	O.
23	744,10	+ [illegible],5	99	742,40	+12,5	86	741,92	+11,4	77	741,40	+ 8,3	98	+12,5	+ 5,9	Très-nuageux.	S. O
24	739,90	+ 6,8	98	739,75	+ 7,9	97	738,90	+ 7,6	100	739,66	+ 5,4	96	+ 7,9	+ 5,8	Pluie fine.	S. N. E.
25	742,50	+ 6,9	97	745,15	+ 8,6	81	747,76	+ 7,8	68	750,67	+ 2,8	79	+ 8,6	+ 2,4	Couvert.	O.
26	750,00	+ 5,8	82	750,37	+ 6,2	82	750,70	+ 9,4	[illegible]	752,37	+ 4,1	99	+ 9,4	+ 2,5	Couvert.	S. O.
27	752,42	+ 4,4	92	751,76	+ 6,4	73	751,00	+ 8,2	52	749,55	+ 4,9	87	+ 8,3	+ 0,1	Beau.	N. O.
28	752,00	+ 5,4	92	753,00	+ 7,2	81	752,80	+ 7,1	78	750,61	+ 3,0	96	+ 7,2	+ 2,8	Couvert.	O. N. O.
29	741,40	+ 5,0	99	741,03	+ 8,8	93	740,40	+10,8	95	741,07	+ 8,3	96	+10,8	+ 4,0	Couvert.	S. E.
30	743,27	+11,0	88	744,50	+12,8	79	745,05	+13,2	75	748,15	+ 7,4	95	+13,2	+ 6,8	Couvert.	S. fort.
31	752,90	+ 9,5	90	753,68	+12,2	80	753,57	+12,2	75	753,88	+ 9,4	90	+12,3	+ 7,7	Couvert.	S.
1	756,46	+14,7	83	756,51	+17,6	73	755,86	+18,2	68	756,31	+14,1	88	+18,3	+11,2	Moyennes du 1 au 10.	
2	759,19	+11,2	87	758,85	+14,8	71	758,24	+15,8	61	758,80	+11,0	86	+15,9	+ 8,0	Moyennes du 11 au 20.	
3	746,71	+ 6,8	93	747,09	+ 9,2	81	747,21	+ 9,4	76	747,77	+ 5,7	91	+ 9,9	+ 4,1	Moyennes du 21 au 31.	
	753,88	+10,8	88	753,92	+13,7	75	753,56	+14,3	69	754,08	+10,1	89	+14,6	+ 7,6	Moyennes du mois	+11,1.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES. *Octobre* 1819.

RAPPORT

Sur un Mémoire relatif à la construction des instrumens à cordes et à archet.

Présenté à l'Académie des Sciences par M. Felix Savart, Docteur en médecine.

Le sujet traité dans ce Mémoire, intéressant à-la-fois la physique expérimentale et la musique d'exécution, offrait une de ces occasions toujours utiles à saisir et à faire remarquer, dans lesquelles la réunion des diverses Académies en un seul corps se fait sentir, non-seulement comme un avantage, mais comme une nécessité. L'Académie des Sciences, à laquelle M. Savart avait d'abord présenté son travail, avait chargé MM. Haüy, Charles, de Prony et moi (1) d'en prendre connaissance : elle avait en même temps desiré que l'Académie des Beaux-Arts voulût bien charger aussi quelques-uns de ses membres de l'examiner. Cette compagnie a désigné MM. Chérubini, Catel, Berton et Lesueur. Nous nous sommes réunis plusieurs fois pour vérifier les expériences annoncées dans le Mémoire, pour éprouver les applications que l'auteur en a faites, et discuter le degré de perfection qu'on peut leur attribuer. Ce sont les résultats de ces conférences que nous venons aujourd'hui vous soumettre.

---

(1) M. Biot.

Tous les instrumens à cordes sont composés de deux élémens qui contribuent à-la-fois à produire leurs sons, mais qu'il faut néanmoins considérer comme distincts lorsqu'on veut analyser leurs effets. L'un de ces élémens, ce sont les cordes mêmes que l'on ébranle en les frottant avec un archet ou en les frappant avec des marteaux; l'autre élément consiste en un système de tablettes de bois, minces, sèches, élastiques, tantôt assemblées en forme de caisse vide, tantôt servant simplement de support aux cordes, qui, dans tous les cas, y sont attachées. Lorsqu'on fait sonner les cordes on fait vibrer les tables; et ainsi les mouvemens que leurs vibrations excitent dans l'air doivent se mêler à ceux que les cordes font naître, de sorte que le son de l'instrument se compose réellement de ces deux effets. On peut s'assurer par les plus simples expériences que le renforcement ainsi obtenu par les vibrations communiquées aux tables est une portion considérable de l'intensité du son total produit par le système des tables et des cordes; car, par exemple, une même corde tendue verticalement par un même poids fait entendre un son incomparablement plus faible, si elle est isolée dans l'air, que si elle communique par ses deux extrémités avec une table sonore; de même, un diapason d'acier tenu à la main ou suspendu en l'air produit un son incomparablement plus faible que si on le pose sur la table d'un piano ou de tout autre instrument de musique. Le renforcement ainsi obtenu est tel qu'il suffit pour rendre de nouveau sensible le son du diapason, après qu'on l'a laissé vibrer dans l'air jusqu'à ce qu'on ait cessé de l'entendre.

Ces effets sont depuis long-temps connus; mais la

manière dont ils se produisent n'avait pas été jusqu'ici nettement analysée par l'expérience : on ne savait pas bien par quel mode de transmission les vibrations primitivement imprimées aux cordes se communiquent aux tables, ni l'espèce de mouvement qu'elles exécutent, ni quels sons elles en tirent, ni comment ces sons se marient à ceux des cordes mêmes. Tout cela était cependant nécessaire à connaître pour établir une bonne théorie des instrumens à cordes, et pour arriver enfin à obtenir constamment, d'après des règles sûres, des sons purs, égaux, harmonieux; qualités précieuses, qu'un très-petit nombre d'habiles artistes ont pu seuls, jusqu'ici, réaliser, soit par des essais nombreux, ou à l'aide de quelque procédé expérimental dont ils n'ont point dévoilé le secret; soit enfin par un instinct de talent qu'ils devaient à la nature, et dont l'inspiration était un mystère pour eux aussi-bien que pour les autres.

Un bon travail sur les instrumens à cordes devait donc commencer par l'analyse de ces divers points essentiels à leur théorie : c'est ainsi que M. Savart a procédé. Il a cherché d'abord, par expérience, comment le mouvement imprimé aux cordes se transmet aux tables sonores; pour cela il tend une corde de violon par ses deux extrémités sur une planche de bois assez épaisse pour que les ébranlemens qu'elle reçoit puissent être négligés; il fait passer la corde par-dessus un chevalet de bois pareil à ceux des violons ordinaires; mais, au lieu d'appuyer les pieds du chevalet sur la planche même où sont fixés les points d'attache, il les fait porter sur une plaque de plomb circulaire, dont la surface inférieure est séparée de la planche par deux petits tasseaux de bois

ou de liége : ces dispositions faites, il répand sur la plaque du sable fin et sec, et il tire le son de la corde à l'aide d'un archet. Aussitôt le sable s'agite, comme dans les expériences de M. Chladni, et finit de même par s'arranger en une figure déterminée. Si l'on change le son de la corde, en la relâchant ou en la serrant davantage, la figure formée par le sable change; et les variations de ton les plus légères ont ainsi des variations de figure qui les accompagnent. On voit donc que, dans cette expérience, la surface de la plaque métallique sur laquelle le chevalet pose entre toute entière en mouvement sous l'influence des pulsations qu'elle reçoit de ce corps; alors son mouvement doit être périodique comme ces pulsations, et de même période qu'elles : en conséquence elle se divise pour obéir à cette condition; et les lignes nodales qui se forment sur sa surface sont, dans chaque cas, celles qui la divisent convenablement pour le mode de vibration auquel elle est obligée de se conformer; ainsi elle exécute des excursions synchrones à celles de la corde dont le mouvement primitif a excité le sien; et vraisemblablement le mouvement de celle-ci est influencé, à son tour, par le mode de vibrations que prend, non-seulement la plaque, mais la règle de bois qui la supporte, et même les appuis sur lesquels leur ensemble repose : la corde, la plaque et les appuis même deviennent ainsi un système lié dont les vibrations sont consonnantes entre elles, quoiqu'elles s'exécutent diversement : le ton grave ou aigu du son que ce système fait entendre, dépendant de la rapidité actuelle des vibrations, est primitivement déterminé par la tension que l'on a donnée à la corde, et son intensité dépend de la

somme des impulsions imprimées à l'air ambiant par toutes les parties vibrantes du système.

Cette vibration totale de la plaque, comme surface, est le premier résultat établi par M. Savart; il est d'une grande importance dans la question actuelle; car il montre avec évidence le mode d'ébranlement que les tables sonores des instrumens de musique reçoivent de l'influence des cordes qui y sont attachées (1). Mais ces tables diffèrent des plaques métalliques, en ce qu'elles n'ont pas comme elles, dans tous leurs points, une constitution uniforme et une élasticité constante; leur substance, produit de l'organisation, étant composée de fibres parallèles réunies par adhésion les unes aux autres, il en résulte une élasticité différente dans le sens transversal et dans le sens longitudinal; il fallait donc étudier les particularités que cette constitution introduit, non pas dans le mode de transmission du son des cordes aux

---

(1) On voit dans l'Acoustique de M. Chladni, qu'il regarde aussi les frémissemens des tables sonores des instrumens de musique, comme devant être attribués à des mouvemens de surface; car il condamne l'opinion de Maupertuis, qui les attribuait aux vibrations isolées des fibres ligneuses; mais M. Chladni n'a point examiné quels étaient ces mouvemens des tables, ni comment ils étaient excités par les cordes, ni comment ils dépendaient du mouvement primitif imprimé à celles-ci : il paraît même qu'il n'avait pas fait d'expériences suivies sur les plaques ligneuses; car on verra plus loin qu'il s'est trompé sur le mode de vibration qu'il leur suppose. (*Traité d'Acoustique*, traduit par l'auteur même. Paris, 1809, pag. 323 et 324.)

tables, qui est toujours le même, quelle que soit leur nature, mais dans le mode même de vibrations qu'elles admettent en vertu de leur inégale constitution. C'est aussi là le second point que M. Savart a traité.

Pour cela il a pris diverses plaques de bois dont il a étudié les vibrations par les procédés de M. Chladni, et il a reconnu que lorsque le sens dans lequel on les avait coupées leur donnait une élasticité inégale, cette inégalité influait sur la forme des lignes nodales qui les divisaient dans chaque mode de vibration, comme aussi sur les proportions des parties dans lesquelles les plaques se trouvaient partagées par ces lignes ; dans plusieurs cas, les figures ainsi obtenues se sont trouvées les mêmes que celles d'une plaque homogène, ou n'en ont différé que par des modifications qui laissaient encore apercevoir les rapports des unes avec les autres ; mais, dans d'autres cas, il s'est manifesté des modes de division essentiellement différens de ceux que M. Chladni avait observés : par exemple, dans les plaques circulaires, la division en quatre secteurs par l'intersection de deux diamètres, s'obtient avec les plaques de bois comme avec celles de verre ou de métal, et elle occupe le même rang dans la série des sons que peuvent rendre les deux espèces de plaques. Cela explique peut-être comment M. Chladni a pu être conduit à supposer, sans doute d'après un simple aperçu, que les unes et les autres vibraient absolument de la même manière ; mais, par un examen plus attentif, il aurait pu reconnaître, dans ce mode de vibration même, des différences évidentes résultant de la texture des plaques ligneuses : en effet, dans les plaques homogènes, on peut déterminer à volonté la direction d'un

des deux diamètres, en touchant avec le doigt le point de la circonférence où l'on veut qu'il se produise; au lieu que dans les plaques en bois, pour toutes les figures qu'elles peuvent donner, la direction d'un des diamètres est forcée, et est toujours parallèle aux fibres longitudinales, de sorte que le diamètre se forme de lui-même sur cette direction, sans que la plaque ait besoin d'être fixée sur sa circonférence. En outre, ce mode de vibration ne répond pas, comme M. Chladni le croyait, au son le plus grave que les plaques peuvent rendre : on peut tirer des plaques de bois un autre son plus grave, dans lequel il se fait seulement deux divisions semi-circulaires, séparées par un diamètre unique; alors ce diamètre peut être dirigé indifféremment en tous sens. Enfin, on peut obtenir un son plus grave encore; c'est celui pour lequel toutes les lignes nodales sont réduites à un point placé au centre même de la plaque. Ces deux modes de vibration ne sont pas particuliers aux plaques de bois; M. Savart les a obtenus aussi sur des plaques homogènes de verre ou de métal; mais, d'après d'autres expériences que nous citerons plus loin, il nous paraît probable que la réduction des lignes nodales à un point unique ne se produit point par la plaque seule, et que son support y contribue par sa réaction, en prenant en ce point un mouvement de vibration opposé à celui qu'elle exécute elle-même (1).

---

(1) Il ne serait pas impossible que des lames cristallisées, étant mises en vibrations, manifestassent leur système cristallin par les figures qui se traceraient sur leur surface.

(*Note du Rapporteur.*)

Les tables sonores ne sont pas seulement susceptibles de s'ébranler sous l'influence des cordes qui leur sont attachées, elles peuvent se mettre aussi en mouvement les unes les autres, et se communiquer leurs vibrations, soit par un contact immédiat, soit par transmission à travers des tiges ligneuses. C'est encore là un phénomène essentiel pour l'analyse des instrumens à cordes; et M. Savart l'a mis aussi dans une évidence entière, au moyen de quelques expériences que nous allons rappeler.

Il a d'abord pris deux plaques de même bois, toutes deux circulaires, d'égale épaisseur, et qui par conséquent, pour des ébranlemens semblables, devaient donner le même son. Cette identité de son est même la seule condition nécessaire dans les circonstances présentes, par conséquent la seule qu'il soit nécessaire de bien vérifier préalablement : M. Savart a fixé les deux plaques par leur centre aux deux extrémités d'une tige cylindrique en bois, d'environ un décimètre de longueur; puis, tenant cette tige verticale entre les doigts, sans toucher les plaques, il a répandu sur celles-ci du sable fin et sec, et appliquant un archet au bord de l'une d'elles, de manière à en tirer un des sons qu'elle pouvait rendre, l'autre plaque s'est trouvée aussitôt ébranlée par transmission à travers la tige, et le sable s'est arrangé sur elle précisément comme sur la première; d'où il suit qu'elles avaient pris toutes deux le même mode de vibration : d'après cela, lorsque les plaques sont de dimensions inégales, ou de différente nature, en général lorsqu'elles ne rendent pas isolément le même ton, il est facile de prévoir que leurs modes de divisions simultanés

devront s'accommoder à cette diversité, et par conséquent ne pourront plus être les mêmes : c'est aussi ce que M. Savart a confirmé par l'expérience; et l'ébranlement primitif ainsi imprimé à une plaque s'est transmis aussi bien et avec une fidélité aussi parfaite, non-seulement à une seconde plaque à travers une seule tige, mais à un nombre quelconque de plaques unies entre elles par autant de tiges appliquées à leurs surfaces opposées.

Il existe, dans tous les violons, une tige pareille que l'on insère entre les deux tables de la caisse, perpendiculairement à leurs surfaces, en lui donnant une longueur telle qu'elle puisse être maintenue, par la seule pression de ces surfaces, sur ses deux extrémités : cette tige est ce que l'on appelle l'*âme* du violon. Les expériences précédentes montrent avec évidence quel est son effet; elle sert, ainsi que M. Savart le remarque, à transmettre au fond de la caisse le mouvement vibratoire que la table supérieure reçoit la première des cordes, par l'intermédiaire du chevalet. Sans doute ce mouvement est transmis aussi, en partie, par les éclisses de bois, interposées, comme la tige, entre les deux tables, et qui forment le contour de l'instrument. Il l'est même encore par l'air contenu dans la caisse; mais quand M. Savart arrive à la discussion de cette partie d'application, il montre clairement que plusieurs circonstances contribuent à rendre la transmission par l'âme de beaucoup plus efficace : aussi les luthiers et les artistes savent-ils tous combien le choix de l'endroit, disons mieux, du point où pose cette petite pièce, est une affaire délicate, et combien le plus léger changement qu'on lui

donne a d'influence sur les qualités musicales du violon. Toutefois jusqu'ici, personne, à notre connaissance, n'en avait déterminé et indiqué le véritable emploi.

Ici se présente la question de savoir comment le mouvement vibratoire, excité dans une plaque, se transmet à une autre plaque par le moyen d'une tige de bois intermédiaire. M. Savart pense, et nous croyons comme lui, que cette transmission s'opère par la propagation d'ondulations longitudinales, excitées à l'une des extrémités de la tige par celle des deux plaques que l'on ébranle immédiatement. On sait en effet que, dans toutes les tiges solides, on peut exciter de pareilles ondulations, qui s'y propagent absolument comme les ondes aériennes dans un tuyau d'orgue cylindrique. Dans la tige solide comme dans la colonne d'air, l'arrivée successive de ces ondes fait naître, en chaque point, des alternatives de condensation et de dilatation, en même temps que des excursions dirigées tantôt en avant, tantôt en arrière; et même, en supposant que le mode d'ébranlement soit symétrique pour tout le contour de la tige, si l'amplitude des excursions est rendue plus grande que ne le comporte la cohésion de la substance dont la tige est formée, celle-ci se rompt en une multitude de petits anneaux circulaires, perpendiculaires à son axe, ainsi qu'un jeune élève de la Faculté des Sciences, M. Saint-Ange, l'a observé et l'a fait voir à l'un de nous. Maintenant, dans les expériences de M. Savart, lorsque les ondulations excitées dans la tige par une des plaques parviennent à l'extrémité opposée de la même tige, laquelle est en contact avec une seconde plaque non ébranlée, il paraît, comme il le re-

marque, qu'elles se transmettent à cette plaque et y excitent un mouvement de vibration périodique comme elles, et de même durée; et puisque ce seul mode de communication suffit pour déterminer, dans la seconde plaque, des lignes nodales et des parties vibrantes identiques à celles de la première, si les deux plaques sont égales, ou en général correspondantes dans le cas où il existe une inégalité entre elles, il semble nécessaire d'admetre, comme M. Savart le remarque encore, que les parties de la tige comprises dans un même anneau ont, au même instant, des condensations et des mouvemens divers; ou, en d'autres termes, que la tige se divise, parallèlement à sa longueur, en parties dont les phases simultanées de vibration sont différentes, quoique la période de ces vibrations soit la même pour toutes; de sorte que chacune de ces parties, agissant à part sur le point de la seconde plaque auquel elle se trouve appliquée, lui communique l'espèce particulière d'ébranlement qui correspond aux agitations qu'elle apporte; ce qui ayant lieu au même instant, avec diverses intensités, sur toute la surface de contact de la tige avec la plaque, détermine dans celle-ci les lignes qui doivent rester fixées et les parties qui doivent osciller dans le mode actuellement existant des vibrations de la tige. S'il en est ainsi, on devra, en suivant avec soin les expériences, découvrir, dans ce mode de transmission, des particularités analogues à celles que présentent, dans les tuyaux d'orgue, la forme des embouchures et le mode d'introduction de l'air, c'est-à-dire que la forme des tiges communiquantes, leur grosseur, leur longueur et la nature des substances dont elles seront faites, devront produire

des modifications dans les vibrations imprimées à la second plaque, et même, par réaction, dans le mouvement correspondant excité par la première; modifications qui deviendront sensibles par le mode de divisions simultanées des plaques combinées, ou par les changemens des sons que leur système fera entendre par chaque subdivision particulière, ou enfin par ces deux sortes de variations à-la-fois. Déjà quelques nouvelles expériences tentées par M. Savart, et qu'il a communiquées à l'un de nous, semblent indiquer de semblables phénomènes; mais nous nous bornons ici à signaler la probabilité de leur existence, en attendant que M. Savart ait achevé de les mettre dans tout leur jour.

En général, la transmission des mouvemens vibratoires par les ondulations longitudinales, et le changement de ces ondulations en vibrations transversales, est un fait très-digne d'attention, soit en lui-même, comme résultat des lois du mouvement, soit par la fréquence et l'étendue jusqu'ici trop peu soupçonnée de ses applications. Un de nous a communiqué à la Commission et répété devant elle des expériences extrêmement curieuses, faites, à ce sujet, par M. Blanc, jeune homme qui a déjà donné des preuves de beaucoup d'instruction et de sagacité dans d'autres circonstances. Le résultat général de ses observations est que tout corps solide quelconque peut être mis en vibration plus ou moins sensible, en fixant à un des points de sa surface l'extrémité d'un mince tube de verre que l'on frotte longitudinalement. Le mouvement ondulatoire excité ainsi dans la longueur de ce tube, arrivant à l'extrémité fixée sur le corps solide, agite les parties de celui-ci et lui fait prendre un

des modes de vibrations par lesquels il peut y répondre : c'est comme un archet très-rapide, appliqué seulement à une partie du corps solide, et qui suffit pour le faire entrer tout entier en oscillation. D'après cela, le mode de vibration et de division que prend ce corps doit dépendre du mode de vibration actuellement imprimé au tube; il doit dépendre aussi de l'étendue du point de contact et de l'angle sous lequel le tube est appliqué; mais l'examen de toutes ces circonstances ne doit pas être facile. Toutefois M. Blanc a bien constaté que lorsque le tube est assez long pour recevoir aisément des manières de vibrer différentes, il imprime au corps qu'il touche des ébranlemens divers, et lui fait rendre différens sons. Il a remarqué encore qu'en général on doit considérer le tube et le corps comme un système lié qui admet des modes de vibrations et des configurations propres à tout son ensemble; cette considération devient indispensable lorsque le tube a des dimensions et une masse comparables à celles du corps solide qu'il doit ébranler. Mais s'il est comme infiniment petit par rapport à ce corps, on peut se borner à le considérer, ainsi que nous le disions tout-à-l'heure, comme un simple mécanisme destiné à exciter l'ébranlement. M. Blanc a fait ainsi résonner des plaques circulaires au centre desquelles il avait appliqué des tubes de verre minces, perpendiculaires à leur surface; et par ce procédé, qui laissait leurs bords tout-à-fait libres, il a obtenu de ces plaques, par le seul frottement des tubes, des figures aussi nettes que celles que l'on produit lorsqu'on frotte immédiatement leur contour avec un archet. En appliquant de même un petit bout de tube au bord d'une

coupe de verre, le plus léger frottement du doigt sur le tube lui a suffi pour imprimer à la coupe le mode de subdivision en quatre ou six parties, et par conséquent pour en obtenir les sons correspondans : il y a même quelque chose de surprenant dans le volume et la force du son ainsi excité par une aussi faible cause. Ce mode d'ébranlement, appliqué à la construction de l'harmonica, aurait, comme M. Blanc le remarque, deux avantages propres, dont l'un est que le tube étant toujours appliqué au même point du vase de verre, en tire un son constant, malgré toutes les inégalités d'épaisseur et de densité que ses parties peuvent offrir; ce qui n'a pas lieu dans la construction ordinaire, où l'on donne aux vases un mouvement de rotation qui amène successivement sous les doigts les diverses parties de leur circonférence, et rend leur son inégal et discors, à moins qu'on ne prenne la peine excessive de les user pour les égaliser. L'autre avantage est que le son de chaque vase peut être aisément réglé et fixé pour toujours par la seule application d'un petit corps que l'on attache à la partie de son contour opposée au point d'insertion du tube, et dont on modifie graduellement la masse, jusqu'à ce que l'on obtienne le son desiré. Concevons maintenant une suite de pareils vases, armés de leurs tubes, disposés à côté les uns des autres, et recouverts d'une caisse qui laisse passer de tous ces tubes une égale longueur, chose d'autant plus facile qu'ils peuvent être déjà par eux-mêmes très-peu différens, on aura un instrument tout pareil pour les effets, pour l'extérieur et même pour l'apparence mystérieuse, à l'Euphone que M. Chladni nous a présenté autrefois à Paris, comme une énigme, et dont

il est bien vraisemblable que les expériences de M. Blanc nous révèlent ainsi le secret.

Nous ne pouvons mieux terminer ces remarques sur les vibrations communiquées, qu'en rapportant une curieuse expérience de notre confrère M. Breguet, qui en met les effets dans la plus complète comme la plus remarquable évidence. M. Breguet a construit des montres qu'il appelle *doubles*, parce qu'elles renferment, dans une même boîte de dimension ordinaire, deux mouvemens complets, tout-à-fait indépendans l'un de l'autre, mais fixés sur la même platine métallique. Chacun de ces mouvemens conduit des aiguilles d'heures, de minutes, de secondes, dont la marche lui est uniquement soumise. Or, quoique cette marche ne soit jamais rigoureusement la même pour les deux systèmes, quand chacun agit seul, néanmoins lorsqu'on les fait agir ensemble, s'ils diffèrent peu dans leur marche, ils finissent bientôt par s'accorder parfaitement, en vertu de leur influence réciproque, qui se communique de l'un à l'autre par la platine commune à laquelle ils sont fixés tous deux. Une de ces montres doubles, suivie pendant trois mois à l'Observatoire, a offert ainsi, entre ses deux mouvemens, un accord tel, que les deux aiguilles de secondes ont toujours battu exactement la même seconde sèche, sans se quitter durant tout cet intervalle de temps, quoique, en vertu des petites inégalités inévitables que les meilleurs chronomètres éprouvent, la marche commune du double système ait offert de légères variations; et, ce qui achève de prouver que cet accord merveilleux est causé par l'influence mutuelle de petites vibrations transmises d'un système à l'autre par la platine métallique

qui les porte, c'est que les deux systèmes se maîtrisent l'un l'autre d'autant plus énergiquement qu'ils sont plus rapprochés sur cette plaque; à mesure qu'on les rapproche, on peut détruire par leur réaction mutuelle une différence plus grande entre leurs marches isolées. M. Breguet pense qu'une telle combinaison de deux mouvemens est plus stable dans son uniformité qu'un mouvement unique, et qu'elle doit mieux résister aux causes perturbatrices étrangères.

Après avoir déterminé le mode par lequel les mouvemens de vibration imprimés à des cordes se transmettent aux tables ligneuses sur lesquelles les cordes sont attachées; après avoir reconnu, par l'observation même, que les tables ainsi ébranlées vibrent à la manière des surfaces, M. Savart a fait l'application de ces principes à la construction des instrumens à cordes; et, dans le nombre, il il a choisi le violon pour exemple, persuadé, avec raison, que, comme il est le plus délicat et le plus parfait de tous, la théorie qui s'y appliquerait descendrait ensuite aisément à tous les autres, et donnerait plus de prix aux perfectionnemens qu'elle serait capable d'y apporter.

Le violon est essentiellement composé de deux tables sonores, disposées en forme de caisse, et sur l'une desquelles sont tendues quatre cordes, accordées entre elles dans dés rapports de quinte. Selon la théorie établie par M. Savart, les mouvemens de vibration imprimés à ces cordes, au moyen de l'archet qu'on y applique, se transmettent au chevalet, de celui-ci à la table supérieure, de celle-ci à l'inférieure, par le moyen de l'ame, des éclisses, des tasseaux, et même de l'air contenu dans la cavité de la caisse. Toutes ces parties, c'est-à-dire, non-

seulement les tables de la caisse, mais le chevalet, les tasseaux, les éclisses, l'ame, la barre d'harmonie, le cordier même, et jusqu'au manche, vibrent par communication, chacune selon sa constitution et sa nature, c'est-à-dire, comme des corps solides, ou comme de simples plaques. Quoique ces notions découlassent naturellement des expériences précédemment faites par M. Savart sur les vibrations communiquées, il les a vérifiées de nouveau, en répandant du sable fin sur toutes les parties dont nous venons de donner l'énumération, du moins sur toutes celles qui pouvaient manifester leurs mouvemens par leur division spontanée; et, de cette manière, il a vu, et nous a fait voir, que les choses se passaient comme il l'avait prévu; alors il s'est proposé de chercher dans la théorie de ce genre de vibration quelle disposition, quelle coupe et quelle forme de surface devaient être les plus convenables pour donner au violon, avec des dimensions rapprochées de l'usage ordinaire, les qualités que l'on y regarde comme les plus précieuses, c'est-à-dire, la pureté des sons, leur égalité et la facilité de vibration qui les fait naître instantanément sous les doigts de l'artiste, au gré de ses plus secrètes inspirations.

L'une des conditions les plus essentielles pour obtenir ces avantages, nous dirons même volontiers la plus essentielle, nous semble pouvoir se déduire d'une considération de mécanique particulière à la théorie des petits mouvemens, tels que ceux qui produisent les sons. Lorsque l'on calcule les vibrations d'une corde tendue entre deux points fixes, on trouve que, si la corde est partout d'égale grosseur et d'égal poids, elle donnera toujours

que l'on donne aux parties les plus fortes des tables des violons ordinaires, qui, en quelques endroits, diminuent jusqu'à n'avoir plus qu'une minceur extrême, M. Savart a pu donner à ses tables trois lignes moins un quart dans l'axe, et au bord encore plus d'une ligne; et, avec ce degré de force qui assure leur durée, elles ont encore plus de liberté de vibration que les tables ordinaires, comme le prouve la promptitude de la formation des lignes nodales sur leurs surfaces, et surtout la facilité extrême de l'instrument à être joué.

Comme on n'avait pas jusqu'ici analysé expérimentalement la construction et les effets des instrumens à cordes, on n'a aucune notion certaine sur ce qui a pu conduire les artistes à employer des tables courbes, malgré le travail pénible et la grande difficulté de réussite que cette construction entraîne : on peut cependant présumer, avec M. Savart, qu'ils l'ont fait dans l'intention de rendre les tables plus résistantes à la force de traction des cordes, en leur donnant une forme voûtée; mais l'épaisseur plus forte que permettent les tables planes conserve les avantages de cette résistance, et même d'une résistance beaucoup plus durable, sans avoir les difficulés et les inconvéniens que la forme voûtée entraîne.

Il ne faudrait pas toutefois conclure de ces principes que la forme plane des tables puisse seule assurer la bonté d'un instrument; il faut encore considérer la disposition de ces tables, leur épaisseur et leur étendue, par rapport aux cordes qui doivent les ébranler : c'est ainsi, par exemple, comme M. Savart l'observe, que la guitare, avec ses grandes tables planes, a pourtant très-peu de son, parce que ses cordes, d'ailleurs mal dispo-

sées, ne sont pas capables d'ébranler fortement de si grandes surfaces; il en résulte qu'une partie seulement de la table supérieure entre sensiblement en mouvement, et que le reste de la table demeurant inerte ne fait que nuire par sa masse, plutôt que servir aux vibrations. Ce manque d'accord entre les diverses parties d'un instrument est un vice qui l'attaque essentiellement dans la source même de ses effets; et l'on en peut observer les fâcheux symptômes dans la plupart des violons ordinaires, en répandant du sable fin sur leurs tables; car alors, si l'on passe l'archet sur les cordes, on s'aperçoit, comme M. Savart le remarque, que les parties extrêmes des tables, situées du côté du manche, ne prennent presque jamais un mouvement sensible de vibration.

Le violon de M. Savart a une longueur égale à celle du violon ordinaire; il est, comme nous venons de le dire, à tables planes, et sa forme est celle d'un trapèze dont le plus petit des côtés parallèles est situé près du manche; il n'a pas d'échancrures latérales comme les violons ordinaires. M. Savart a pensé qu'en faisant ses côtés rectilignes, il obtiendrait le grand avantage de pouvoir former les côtés de la caisse, que l'on appelle *les éclisses*, avec des bandes de bois planes, qui conserveraient ainsi toute la rectitude, et par conséquent toute l'élasticité et la régularité de leurs fibres; qualités qu'il faut nécessairement sacrifier pour les plier à suivre le contour curviligne du violon ordinaire (1). Il a aussi donné à ces bandes

---

(1) M. Savart a calculé l'élévation de son chevalet comparativement à la largeur de son violon, de manière que le plan qui passe par le bord de la table supérieure et la der-

plus d'épaisseur qu'on ne le fait de coutume ; ce qu'il pouvait faire à cause de la mobilité plus grande de ses tables, et ce qui a l'avantage de contribuer à la solidité, par conséquent à la durée de l'instrument.

Pour maintenir la table supérieure, et pour la mettre en état de résister à la pression exercée par les cordes, on a coutume de la fortifier par-dessous au moyen d'une barre de bois dirigée dans le sens de la longueur de l'instrument : c'est ce que l'on appelle *la barre d'harmonie*. M. Savart place cette barre dans l'axe même de la table supérieure, afin de conserver entre les deux moitiés de cette table la plus parfaite symétrie d'élasticité. Il s'écarte encore en cela de la pratique ordinaire, qui place la barre d'harmonie un peu hors de l'axe sous le pied gauche du chevalet ; ce que l'on fait, dit-on, afin de produire de ce côté une résistance égale à celle de l'âme qui se place de l'autre côté de l'axe ; mais, d'après

---

nière corde de chaque côté de l'axe fût plus incliné sur le plan de cette table que ne l'est le plan mené par deux cordes voisines ; d'où il suit que, puisque l'archet trouve une place suffisante pour passer isolément sur chaque corde, il en trouvera plus encore pour passer sur la dernière : néanmoins, quoique cette précaution assure à l'archet la liberté de mouvement nécessaire, elle exige d'abord un peu d'attention de la part de l'artiste accoutumé aux échancrures des violons ordinaires, qui laissent le passage de son archet tout-à-fait libre, même sous les plus grandes inclinaisons. Mais cette attention se transforme bientôt en habitude, et la configuration rectiligne des bords du nouveau violon n'offre alors aucune difficulté de plus que les autres.

les expériences de M. Savart sur la transmission des vibrations entre deux plaques unies par une tige, on voit, comme il en fait la remarque, que l'âme n'est pas du tout destinée à soutenir la table supérieure contre la pression des cordes, ce que sa forme effilée et le peu d'étendue de son contact la rendraient très-peu propre à faire; mais que sa destination unique est de transmettre à la table inférieure de la caisse le mouvement de vibration que la table supérieure reçoit la première des cordes, par l'intermédiaire du chevalet. M. Savart a donc eu raison de renoncer à un usage fondé sur une hypothèse inexacte, pour conserver à son violon les avantages certains que doit produire la symétrie d'élasticité.

Il a aussi changé la forme des ouvertures que l'on a coutume de pratiquer dans la table supérieure : au lieu de leur donner la forme d'une *f*, comme on le fait d'ordinaire, il leur a donné celle d'un rectangle dont la longueur est dirigée dans le sens des fibres ligneuses; par ce moyen, il coupe un bien moindre nombre de ces fibres, et affaiblit moins leur élasticité. L'effet des ouvertures n'avait pas été jusqu'ici suffisamment analysé; M. Savart montre, dans son Mémoire, qu'un de leurs usages consiste à renforcer les sons de l'instrument par la communication qu'elles établissent entre l'air contenu dans la caisse et l'air du dehors : en effet, en couvrant ces ouvertures avec du papier, qui ne pouvait offrir aux vibrations propres des tables de la caisse qu'une résistance insensible, il a trouvé que le son de l'instrument était excessivement affaibli : on remarque le même affaiblissement dans les sons du tambour militaire, lorsqu'on bouche le trou latéral percé dans sa caisse; mais, outre

cette utilité, les ouvertures du violon en ont encore une autre que M. Savart indique; c'est que leur contour intérieur formant une limite libre dans les endroits de la table où elles sont pratiquées, il devient par là nécessaire que ce contour entre en mouvement dans tous les modes de vibrations que la table peut prendre; et comme les ouvertures sont situées à peu de distance de l'axe de la table qui, dans la construction de M. Savart, se trouve être presque toujours un nœud de vibrations très-large, il s'ensuit que, dans tous les sons que l'on peut tirer du violon, le mode de division que prendront les tables pour y répondre, ou ne donne pas le nœud entre les ouvertures et l'axe, à cause de la grande résistance que ce petit intervalle oppose à sa subdivision, ou, s'il en donne, n'admet tout au plus qu'une seule ligne nodale d'une finesse extrême, qui même bien souvent n'est que le prolongement presque insensible d'une telle ligne qui vient comme expirer en cet endroit-là : or, cette circonstance, comme le remarque judicieusement M. Savart, est très-importante; car c'est précisément entre les ouvertures et l'axe que l'on place la petite tige que l'on appelle *l'âme*, laquelle sert, comme nous l'avons dit, pour transmettre à la table inférieure de la caisse les ébranlemens que la table supérieure reçoit : il importe donc beaucoup qu'il ne puisse pas se faire de lignes nodales au point de contact par lequel cette communication s'opère, ou du moins que, s'il s'en forme, elles soient aussi fines que possible; car, si le mouvement de la table supérieure, en cet endroit, devenait nul ou très-faible, il est clair que la transmission à la table inférieure ne s'opérerait plus, et ainsi le son perdrait une proportion

notable de sa force. Ces inconvéniens se trouvent donc évités en plaçant, comme on le fait toujours, la tige communiquante dans l'étroit intervalle qui sépare les bords intérieurs des ouvertures de la barre d'harmonie placée sous la table supérieure. Mais, indépendamment de tout raisonnement, M. Savart a rendu sensible, par une expérience bien simple, les mauvais effets qui résulteraient du passage d'une grosse ligne nodale sur l'extrémité de l'âme; car, en ôtant la barre d'harmonie, et plaçant l'âme sous l'axe même de la table supérieure, où se forme presque toujours une pareille ligne, le son se trouve aussi affaibli que si l'âme était tout-à-fait supprimée. Ne serait-ce pas, en partie, à un accident de ce genre que serait dû l'affaiblissement marqué que des violons, même d'une bonté peu commune, présentent quelquefois pour certains sons.

M. Savart a examiné avec un soin égal, et par la même méthode, c'est-à-dire, par des expériences, les effets individuels de toutes les autres pièces du violon, afin de découvrir les formes et les dispositions les mieux appropriées à ces effets. Aussi, lorsqu'on examine son instrument sous le rapport physique, on trouve que toutes les parties qui le composent agissent avec une liberté et une régularité qu'une combinaison ainsi raisonnée pouvait seule atteindre. Lorsqu'après avoir répandu sur les tables de ces violons du sable fin et sec, on passe l'archet sur une des cordes, on voit aussitôt la division des tables s'opérer avec une force, une rapidité et une régularité surprenantes, en formant pour chaque son des systèmes de lignes nodales symétriques autour de l'axe de l'instrument; et même on peut s'assurer ainsi, comme

M. Savart nous l'a fait voir, que non-seulement les tables vibrent, mais que toutes les parties de l'instrument et jusqu'à ses plus petites pièces entrent en vibration à-la-fois, et chacune à sa manière, dès que les cordes sont mises en mouvement par l'archet ; de sorte que toutes ces parties contribuent à-la-fois à produire l'intensité et à former le caractère des différens sons. Cependant M. Savart indique, dans son Mémoire, un nouveau perfectionnement que la théorie lui a suggéré, et auquel il n'avait pas encore songé quand il a construit les instrumens qu'il nous a soumis : ce perfectionnement, assurément bien simple, consiste à faire résonner séparément les deux tables avant d'en former la caisse, et à modifier leur épaisseur jusqu'à ce qu'elles rendent exactement le même son. En effet, dans ses expériences sur les vibrations des plaques de bois, unies par une tige, comme le sont les deux tables de la caisse, M. Savart a observé que la plaque ébranlée par communication s'excitait plus aisément, et se divisait plus nettement par les lignes nodales, dans les cas où elle était égale à l'autre, que lorsqu'elle en était différente : d'où il a conclu avec raison que la même condition d'égalité produirait dans les tables du violon les mêmes effets et les mêmes avantages ; il conjecture, et cela n'est pas improbable, que les luthiers célèbres, comme les Steiner, les Amati, les Stradivarius, employaient cette épreuve simple et facile, et que c'est par l'usage de cette précaution, jointe au choix recherché des bois et à la symétrie des courbures, qu'ils ont obtenu les belles qualités que présentent presque tous les instrumens qui sont sortis de leurs mains.

Après avoir examiné en détail les modifications nombreuses et toutes nouvelles apportées par M. Savart dans la construction d'un instrument dont les qualités exquises n'avaient été jusqu'ici que le résultat d'une pratique heureuse, il nous restait à faire une dernière épreuve, la plus importante et même la seule complètement décisive; c'était de prier quelqu'artiste habile d'essayer le nouveau violon de M. Savart, comparativement avec un violon ordinaire d'une excellente qualité. Peu nous importait, dans cette comparaison, que le violon de M. Savart se trouvât ou non dès à présent supérieur à tous les violons connus : cette supériorité actuelle eût été peut-être nécessaire s'il se fût agi d'un perfectionnement pratique, puisqu'alors le résultat obtenu ne promet rien d'assuré pour les progrès à venir; mais il n'en est plus ainsi d'un résultat fondé sur des principes théoriques reconnus véritables; celui-ci est susceptible de se développer dans ses conséquences et de se perfectionner dans ses applications. C'eût donc été déjà beaucoup que le violon de M. Savart, réduit comme il l'est à des principes fixes et à l'exécution la plus simple, présentât les qualités d'un bon violon ordinaire : pour s'en assurer, la Commission a invité M. Lefebvre, chef de l'orchestre du théâtre Feydeau, à vouloir bien en faire l'essai devant elle. Cet habile artiste, dont le talent plein de grâce et de sensibilité est connu et apprécié depuis long-temps de tout le monde, s'est rendu à nos desirs avec une complaisance infinie : il a souhaité de comparer le violon de M. Savart à celui dont il se sert habituellement lui-même, et qui a tant d'expression sous ses doigts. Il a d'abord joué devant nous successivement l'un et l'autre : on a remarqué, dans

le nouveau violon, une grande pureté de son, jointe à l'égalité la plus parfaite. On sait combien cette dernière qualité est rare et recherchée. Le nouveau violon entendu ainsi de près paraissait avoir un peu moins d'éclat que l'autre; pour mieux nous assurer de la différence, nous avons prié M. Lefebvre de passer dans une chambre voisine, et de jouer alternativement les mêmes phrases sur les deux instrumens, sans nous avertir de l'ordre qu'il mettrait entre eux : alors ils se sont égalés si complètement, que les personnes les plus exercées les ont confondus constamment l'un avec l'autre; ou si le nouveau violon a offert quelque différence qui pût parfois le faire reconnaître, c'était un peu plus de suavité dans les sons. Grâce à la complaisance de l'habile artiste qui voulait bien se prêter à toutes nos épreuves, les mouvement les plus divers, les plus lents, les plus rapides, les plus austères et les plus tendres ont été essayés tour-à-tour. L'opinion unanime a été que le nouveau violon pouvait passer pour un violon excellent. Or, d'après les principes sur lesquels il est établi, on a vu que sa construction ne renferme rien d'arbitraire, rien qui dépende du hasard : un luthier habile pourra encore ajouter à ses qualités par un bon choix des bois et par le fini de l'exécution; mais, sans atteindre ce degré, l'ouvrier le plus ordinaire fera encore ainsi, et fera à coup sûr un très-bon violon pour un prix extrêmement modique, parce que les qualités principales, la beauté et l'égalité des sons dépendent uniquement des principes théoriques sur lesquels l'instrument est établi. Celui que M. Savart nous a présenté, et que l'on a essayé, a été construit tout entier par lui-même; il serait probablement encore

meilleur s'il eût été fait par un luthier habile ; mais il est déjà d'une bonté remarquable, et tous ceux qu'il a construits par les mêmes procédés lui ont offert les mêmes qualités et absolument les mêmes caractères de son. Tel est l'avantage éminent qui met les inventions raisonnées, même dans leur naissance, si fort au-dessus des simples pratiques dues à un heureux hasard (1).

M. Savart nous a expliqué pourquoi son violon, entendu de près, peut sembler avoir moins d'éclat qu'un violon ordinaire auquel on le compare, quoique la différence cesse d'être sensible à quelque distance : c'est, selon lui, que les sons des violons ordinaires sont accompagnés de bruit produit par les vibrations des tables bombées que l'altération de leurs fibres rend toujours plus ou moins discordantes, défauts dont les tables planes

---

(1) Les violons ordinaires peuvent perdre ou gagner beaucoup par le plus léger changement apporté dans la position de l'âme ou dans celle du chevalet ; dans les violons à tables planes, cette sensibilité est encore plus grande ; il suffit de démonter et de remonter une corde pour que le son perde un peu de sa pureté pendant quelques heures. On ne doit pas être surpris qu'une cause si légère en apparence puisse produire un changement si marqué ; car la pression exercée par les cordes se contre-balançant de chaque côté du chevalet, dans un violon dont la barre est placée dans la direction de l'axe de la table, si l'on vient à supprimer la pression d'une de ces cordes, par exemple, celle de la chanterelle, l'âme, qui n'est maintenue à sa place que par le contact immédiat et par une légère pression, cessant tout-à-coup d'éprouver cette dernière, doit le plus souvent changer un peu de position,

sont exemptes. Ces bruits, très-sensibles de près, s'éteignent, selon lui, plus vite que les sons uniformes, et disparaissent à des distances où ceux-ci ont encore une grande énergie. On conçoit en effet qu'une série d'ondulations périodiques, comme celles que produisent les sons uniformes, doit encore être sensible à l'oreille lorsqu'une série d'ondulations aussi faibles, mais non périodiques, cesserait d'être appréciée. Une foule d'expériences confirmeraient, s'il en était besoin, cette distinction faite par M. Savart entre les sons et les bruits, et attesteraient cette épuration que les premiers semblent éprouver par la distance. L'orchestre le plus parfait n'est-il pas incomparablement moins agréable entendu de très-près qu'il ne l'est à une certaine distance? Et d'où cette différence vient-elle, si ce n'est que, dans le premier cas, l'oreille éprouve à-la-fois, avec un degré d'intensité sensible, toutes les impressions suaves ou rauques,

---

et il faut ensuite un certain temps pour que le contact immédiat se rétablisse, et pour que les sons reprennent toute leur force et leur pureté. La manière de tirer le son n'est pas tout-à-fait la même que pour le violon ordinaire; c'est surtout pour la quatrième que cette différence se fait sentir; elle tient à ce que l'instrument étant très-sensible, les excursions des parties vibrantes de la corde sont très-grandes, d'où il arrive qu'il faut avoir acquis une certaine habitude pour pouvoir la fixer sous l'archet, et pour en tirer un son pur et nerveux : sans cette habitude, qu'on acquiert bientôt quand on est prévenu du fait, on n'obtient qu'un son sourd et peu agréable.

(*Note de l'Auteur du Mémoire.*)

pures ou discordantes, de tous les sons, de tous les bruits que produisent toutes les parties matérielles de tant d'instrumens divers vibrant à-la-fois, au lieu qu'en s'éloignant davantage, toutes les ondulations non périodiques expirent avant de l'atteindre, et elle n'éprouve plus que la sensation pure des sons uniformes dont elle se plaît à démêler les rapports harmonieux.

D'après l'exposé que nous venons de faire du travail de M. Savart, on voit qu'il renferme une analyse expérimentale très-complète des instrumens à cordes, considérés dans les rapports de toutes leurs parties. L'auteur est ainsi arrivé à découvrir les principes dont dépendent les plus belles qualités de ces instrumens, et il les a réalisés en les faisant servir à la construction d'un violon nouveau dont les qualités peuvent être considérées comme une excellente confirmation de tous ses résultats. Nous croyons que ce travail, rempli d'invention et de sagacité, mérite l'approbation des deux Académies, et nous pensons qu'il est très-digne d'être imprimé dans le *Recueil des Savans étrangers.*

Signé sur l'original, *Haüy, Charles, de Prony, L. Chérubini, Catel, H. Berton, Le Sueur, Biot,* Rapporteur.

De *la Magnésie dans les analyses chimiques.*

Par M. Longchamp.

La séparation d'avec la chaux de la magnésie a été regardée par plusieurs chimistes comme offrant des difficultés,

et même comme étant toujours incomplète : c'était particulièrement l'opinion de Fourcroy (*Syst.*, II, 325.)

Le moyen que j'ai vu le plus généralement usité pour opérer cette séparation est celui-ci : après s'être débarrassé successivement de tous les autres élémens du minéral, il reste une dissolution muriatique ou nitrique de la chaux et de la magnésie ; on précipite cette dissolution par un sous-carbonate de potasse ou de soude, et le précipité obtenu, qui est un mélange de sous-carbonates de chaux et de magnésie, est traité par l'acide sulfurique en excès. On fait chauffer au rouge dans un creuset de platine, pour chasser l'excès d'acide, puis on traite par l'eau, qui dissout le sulfate de magnésie et laisse le sulfate de chaux. Les proportions de ce dernier font connaître la chaux qui existait dans le mélange des sous-carbonates de chaux et de magnésie, et la quantité de cette dernière terre se trouve déduite par une simple soustraction. Les personnes plus exactes, et qui savent qu'il faut toujours un contrôle à un résultat d'analyse chimique, précipitaient le sulfate de magnésie par un sous-carbonate de potasse ou de soude.

Il y a plusieurs causes d'erreur dans cette marche analytique, et qui toutes tendent à diminuer la quantité de magnésie que l'on devrait réellement trouver. 1° Je ferai voir que toutes les fois que l'on précipite une dissolution d'un sel magnésien par un sous-carbonate de potasse ou de soude, soit qu'on fasse bouillir ou non, il reste toujours de la magnésie en dissolution ; 2° lorsqu'on chauffe pendant quelque temps du sulfate de magnésie jusqu'au rouge, il ne se dissout souvent qu'avec une extrême lenteur ; et comme il reste sous la forme blanche et pulvé-

rulente du sulfate de chaux ; il peut être confondu avec lui, ainsi que je le ferai voir plus loin.

A la méthode très-défectueuse que je viens de rapporter, et qui cependant était celle généralement suivie il y a quelques années, et peut-être encore aujourd'hui (c'est celle que donne M. Thenard dans la deuxième édition de son *Traité de Chimie*, IV, 113), il en a été substitué une beaucoup meilleure, et que voici :

On verse dans la liqueur qui contient la dissolution nitrique ou muriatique de chaux et de magnésie de l'oxalate d'ammoniaque, qui précipite la chaux, et laisse en dissolution la magnésie. Mais il y a ici un grand inconvénient, et que M. Murray a reconnu (*Annales de Chimie et de Physique*, VI, 170), c'est qu'il est difficile d'estimer avec une grande rigueur, par l'oxalate de chaux obtenu, la quantité de chaux que contenait la liqueur. Car si on ne chauffe pas assez l'oxalate de chaux, il retiendra de l'eau; si on chauffe un peu trop, l'acide se décompose : aussi conseille-t-il de calciner jusqu'à décomposition parfaite de l'oxalate. Après s'être débarrassé de la chaux, M. Murray, modifiant un peu un procédé donné par M. Wollaston, conseille de précipiter la magnésie par le phosphate d'ammoniaque. Alors on connaît, d'une part, la chaux par l'oxalate de cette base ; de l'autre, la magnésie par le phosphate ammoniaco-magnésien ; et les deux résultats se contrôlent réciproquement.

A l'époque où je m'occupais des nombreuses analyses que j'ai faites de dissolutions magnésio-calcaires, j'ai reconnu que le premier moyen que j'ai rapporté ci-dessus, et qui était alors le seul employé, ne donnait que des résultats tout-à-fait erronés. Après différens essais, je

trouvai dans l'emploi du sous-carbonate d'ammoniaque un réactif excellent et peu coûteux pour séparer la chaux de la magnésie, et l'estimation par le sous-carbonate de chaux est sujette à beaucoup moins de causes d'erreur que par l'oxalate. L'emploi du sous-carbonate d'ammoniaque n'offre qu'un seul inconvénient, que présente aussi l'oxalate dans les mêmes circonstances; c'est que si, au lieu de verser le précipité sur un filtre au moment où l'on vient de faire la précipitation, ou quelques heures après, l'on attend jusqu'au lendemain, il se précipite aussi une portion de sous-carbonate de magnésie; si c'est de l'oxalate d'ammoniaque que l'on a employé, il se précipite de l'oxalate de magnésie. Ainsi, soit que l'on sépare la chaux par le sous-carbonate ou l'oxalate d'ammoniaque, il ne faut pas remettre la filtration au lendemain; car le sous-carbonate ou l'oxalate de chaux précipité contiendrait du sous-carbonate ou de l'oxalate de magnésie. Quant à la magnésie, lorsque je ne la concluais pas de la chaux obtenue, je la précipitais par la potasse caustique. Quelquefois aussi j'évaporais la dissolution à siccité, et je faisais chauffer de manière à volatiliser ou décomposer les sels ammoniacaux.

Quoique la dissolution du sous-carbonate d'ammoniaque ne fasse point de précipité dans une dissolution de sel magnésien, il était possible que lorsque ce sel se trouve mélangé avec un sel calcaire, le sous-carbonate de chaux précipité entraînât avec lui du sous-carbonate de magnésie. Je me suis assuré qu'il n'en est pas ainsi par l'expérience suivante:

J'ai pris 100 grammes d'une dissolution de muriate de chaux pur, et je les ai précipités par une dissolution de

rbonate d'ammoniaque. Le poids du sous-carbonate ıx obtenu (terme moyen de deux opérations) était 5475.

pris 100 grammes de cette même dissolution de e de chaux, et avant que d'y verser la dissolution -carbonate d'ammoniaque, j'y ai ajouté une dis- n de muriate de magnésie, de telle sorte que cette e base se trouvait dans la liqueur en plus grande é que la chaux; après quoi je procédai à la pré- on. Le poids du précipité obtenu (terme moyen x opérations) était de 1g,5585.

ifférence qui se trouve dans ces deux résultats est s limites de l'inexactitude des expériences. Ainsi -carbonate d'ammoniaque ne précipite pas la chaux lissolution magnésio-calcaire.

s les chimistes savent que lorsque l'on verse une tion d'un sous-carbonate alcalin dans une disso- d'un sel magnésien quelconque, il faut appliquer eur, et même faire bouillir quelque temps, pour la précipitation complète du sous-carbonate de ie; mais ce qu'ils ne savent pas, du moins ce n'ai vu consigné nulle part, c'est que malgré tion, quelque prolongée qu'elle soit, il reste en- dissolution une quantité notable de magnésie; précipitation incomplète de la magnésie par les rbonates est sans contredit une des plus grandes d'erreur qu'il y ait aujourd'hui dans l'analyse néraux.

s les analyses que je faisais de précipités composés -carbonates de chaux et de magnésie, je m'aper- après m'être débarrassé de la chaux, si je ne me

contentais pas de calculer la magnésie par une s
soustraction, et que je voulusse, pour contrôler, l
cipiter par un sous-carbonate alcalin, le poids réu
deux précipités était toujours moindre que celui p
tivement employé. Je dus donc soupçonner qu'il r
de la magnésie en dissolution, et l'expérience me
vainquit de la justesse de mon soupçon. J'eus occ
d'observer aussi un autre phénomène; c'est que lorsq
précipite un sel magnésien par un sous-carbonate alc
et qu'on fait bouillir, si l'on ne filtre pas à chau
qu'on laisse la liqueur séjourner sur le précipité, ce
diminue de beaucoup. Des résultats d'expériences
prouver ces divers faits.

Le premier résultat présente le poids du précipité
tenu par l'ébullition et la filtration à chaud de 100
ties de sulfate de magnésie précipitées par les sous-ca
nates de soude et de potasse.

Le second, le poids du précipité obtenu de 100
ties de sulfate de magnésie, par les mêmes sous-ca
nates, en faisant bouillir les liqueurs, puis les laiss
refroidir et séjourner pendant vingt-quatre heures su
précipité.

Enfin, le troisième présente les poids des précipi
produits par les mêmes sous-carbonates dans 100
sulfate de magnésie, aucune chaleur n'ayant été appliq
aux dissolutions.

	Précipitation par le sous-carbonate de potasse.	Précipitation par le sous-carbona de soude.
1er résultat,	24,750	23,375;
2me,	18,845	19,740;
3me,	13,900	16,900.

Je dois prévenir les personnes qui voudraient faire des calculs sur ces résultats qu'elles doivent bien s'en garder : quoiqu'ils soient le terme moyen d'un assez grand nombre d'expériences, ils ne présentent cependant rien de certain ; car le poids du précipité dépend particulièrement de la quantité dans laquelle le sous-carbonate a été employé. Je pourrais rapporter maintes preuves de ce fait, puisque, dans les nombreux résultats que j'ai obtenus, il en est fort peu qui s'accordent ; mais en voici deux qui sont frappans par leur différence. Les liqueurs avaient d'abord bouilli, puis on les avait laissé refroidir et séjourner pendant vingt-quatre heures sur le précipité. La liqueur surnageante du second résultat contenait un excès de sous-carbonate de soude beaucoup plus considérable que celle du premier.

Premier résultat de la précipitation de 100 de sulfate de magnésie par le sous-carbonate de soude, 19,640 ;
Deuxième résultat. . . . . 12,687.

Ces résultats devaient naturellement me faire soupçonner la dissolubilité du sous-carbonate de magnésie dans les dissolutions de sels alcalins ; et je m'assurai en effet que ce sous-carbonate se dissout en quantité notable dans les muriate, nitrate et sulfate de potasse. Comme je ne puis douter, d'après les faits que je viens de rapporter, que les sels de soude ne produisent le même effet, j'ai cru inutile d'en faire l'expérience. Voici de quelle manière j'ai constaté la dissolubilité du sous-carbonate de magnésie dans les sels alcalins.

J'ai précipité par le sous-carbonate de potasse une dissolution de sulfate de magnésie pur ; après avoir lavé

à grande eau dans le bocal, le précipité a été mis sur un filtre, et lavé avec de l'eau distillée, jusqu'à ce que celle du lavage ne donnât rien par les réactifs. Alors le sous-carbonate en gelée a été mis dans des fioles avec une dissolution pure d'un des sels alcalins mentionnés ci-dessus. J'agitai pour bien délayer le sous-carbonate terreux, et je laissai en contact pendant vingt-quatre heures. Les liqueurs, étant filtrées, passèrent très-claires; en leur appliquant la chaleur, elles se troublèrent, et présentèrent enfin un précipité abondant. Mais il était important de savoir si l'ébullition faisait précipiter toute la magnésie : je me suis assuré que cette terre reste encore en quantité très-notable en dissolution : c'est ce dont on peut se convaincre en versant dans la liqueur un peu de potasse caustique.

La potasse caustique précipite-t-elle toute la magnésie? Je le crois; car je n'ai pu constater la présence de cette terre dans la liqueur surnageante; et l'on verra d'ailleurs, lorsque je rapporterai l'analyse du sulfate de magnésie par la potasse caustique, qu'il n'est pas probable que cet alcali ne précipite pas toute la terre. L'emploi de la potasse caustique n'exige nullement le secours de la chaleur; car, lorsque vous avez précipité à froid une dissolution magnésienne par cet alcali, la liqueur surnageante étant filtrée ne donne pas la plus légère apparence de magnésie par l'ébullition.

Les chimistes qui s'occupent de l'analyse des minéraux auront peut-être besoin, pour apprécier l'importance de l'observation que je discute, que je leur présente des exemples des erreurs graves que la présence des sels alcalins a fait commettre dans l'estimation de la

magnésie que contiennent différens minéraux. C'est dans les travaux de Klaproth, qu'ils regardent comme l'un des chimistes les plus exacts, que je les prendrai.

Le chimiste de Berlin a donné (*Mémoires de Chimie*, I, 93) deux analyses de la chrysolithe (péridot cristallisé de M. Haüy), l'une faite en fondant la pierre avec la potasse caustique, puis traitant par l'acide muriatique pour séparer la silice, précipitant ensuite la liqueur surnageante par le sous-carbonate de potasse, redissolvant le précipité par l'acide muriatique, précipitant par l'ammoniaque pour séparer le fer, enfin, faisant bouillir la liqueur surnageante avec le sous-carbonate de potasse pour précipiter définitivement la magnésie. On voit que, dans cette analyse, il y a eu emploi de potasse caustique, qu'on a convertie en muriate, et deux fois au plus de sous-carbonate.

Dans l'autre analyse (I, 198), il a traité directement la pierre par l'acide sulfurique, qui a laissé la silice indissoute. Comme la liqueur contenait un excès d'acide, il a fait évaporer à siccité et calciner; le sulfate de fer a été décomposé, et par le lavage on a enlevé le sulfate de magnésie, lequel a été précipité par le sous-carbonate de potasse pour obtenir la magnésie. Voyons les résultats :

	Analyse par la potasse caustique.	Analyse par l'acide sulfurique.
Silice,	38,00	39,00;
Magnésie,	39,50	43,50;
Oxide de fer,	19,00	19,00.

Ainsi, les sels alcalins ont fait perdre à Klaproth plus de 10 pour 100 de la magnésie que contenait le

minéral : il me semble que cette observation est à noter. On doit aussi observer que, dans la seconde analyse, il n'a pas obtenu non plus toute la magnésie, puisque, pour précipiter cette terre, il a eu recours au sous-carbonate de potasse.

Mais un fait isolé pourrait être le résultat du hasard : Klaproth va nous prouver lui-même que le hasard n'est ici pour rien.

Ce chimiste a fait deux analyses de l'olivine (I, 101) ou péridot granuliforme de M. Haüy ; l'une, par la première méthode qu'il a employée pour la chrysolithe, l'autre par la seconde. Voici les résultats :

	Analyse par la potasse caustique.	Analyse par l'acide sulfurique.
Silice,	48,00	50,00 ;
Magnésie,	37,00	38,50 ;
Oxide de fer,	12,50	12,00 ;
Chaux,	0,25	00,25.

On voit que la magnésie est plus abondante par le mode d'analyse où l'on a employé le moins de sels alcalins. La différence n'est pas aussi grande que dans les analyses de la chrysolithe ; mais on doit croire que cela tient à ce que la silice qui provenait de l'analyse de l'olivine par l'acide sulfurique retenait encore de la magnésie.

Enfin, si l'on veut un dernier exemple marquant des erreurs que la présence des sels alcalins fait commettre dans l'estimation de la magnésie, on le trouvera dans l'analyse du spath magnésien par Klaproth (II, 435). Ce chimiste a trouvé qu'en traitant 100 parties de cette

substance par l'acide nitrique, il se dégageait 47 d'acide carbonique; et son analyse ne lui donnait en chaux, magnésie et fer, que de quoi absorber 40 de cet acide. Il est alors forcé de supposer que le sous-carbonate de magnésie n'est pas à proportions constantes, et il lui applique les 7 d'acide carbonique dont il était embarrassé : voilà ce que l'on appelait, il y a quelques années, de la précision dans les travaux. Je ne puis vraiment concevoir comment Klaproth n'a pas été forcé de voir que les sels alcalins retiennent de la magnésie : il analyse la chrysolithe par une méthode, et il a une perte de 3,50; cela n'est pas fort étonnant si l'on consulte toutes les analyses de minéraux; mais il procède par une autre méthode, et, bien loin d'avoir de la perte, il a un excès de 1,50; il n'en est pas embarrassé en disant : « Cet excès tient au différent degré de siccité » que ces substances sont susceptibles d'acquérir par la » calcination. » Soit. Mais, par la même méthode qui lui a donné de la perte dans l'analyse de la chrysolithe, il analyse l'olivine, et il a 2,25 de perte; tandis que, par la méthode qui lui a donné un excès de poids, il trouve encore dans celle de l'olivine 0,75 en plus; et pour expliquer cet excès, il nous donne encore la même raison. Je pense qu'avec un peu plus de réflexion il aurait facilement pu soupçonner le vrai motif de ces différences, dans les résultats de deux modes différens d'analyse. La belle loi de composition des sels et des substances minérales découverte par M. Berzelius fera sans doute disparaître toute l'incertitude qui a existé jusqu'à ce jour dans l'analyse des minéraux; mais il est à craindre que la chimie, qui est essentiellement une science de labo-

ratoire, ne soit bientôt plus, pour beaucoup de personnes, qu'une science de cabinet et spéculative. Cependant l'immense quantité de corps simples que l'on découvre tous les jours nécessite plus que jamais l'investigation de la matière; car la nature, qui est si riche par la diversité de ses combinaisons, nous montre en tout une unité de principe qui ne peut guère s'accorder avec tous ces élémens que chaque jour nous fait connaître.

La corrélation que l'on a reconnue entre l'oxigène des bases et celui des acides a donné aux chimistes les moyens d'assigner la composition d'oxides, que cependant ils ne peuvent pas produire ou décomposer. Mais, pour parvenir à cette fin, il leur faut toujours une donnée certaine : c'est l'analyse rigoureuse d'un des sels que peut former l'oxide. Par mes travaux sur les sels magnésiens, j'ai été amené à faire celle du sulfate de magnésie; comme les résultats qu'elle donne diffèrent beaucoup de ceux qui sont connus, et que d'ailleurs j'aurai à faire connaître par là quelques faits nouveaux, je vais la présenter ici.

J'ai d'abord dû rechercher les proportions de l'eau dans le sel cristallisé. Pour cela, j'ai broyé du sulfate de magnésie très-pur, et je l'ai soumis à la presse au milieu du papier joseph; puis, après vingt-quatre heures, j'ai retiré ce sel, et je l'ai broyé de nouveau et remis sous la presse, où, renouvelant cette manipulation de temps en temps, il est resté pendant quatre jours; et c'est ce sel, ainsi privé d'eau-mère adhérente aux cristaux, que j'ai employé dans toutes mes expériences d'analyses. Pour éviter toute perte, j'en introduisais dans des fioles à médecine tarées, et repesant après, je

savais la quantité de sel qu'elles contenaient. Ces fioles étaient posées sur un bain de sable fortement chauffé, et sur lequel le plomb fondait facilement. Je m'aperçus bientôt que quelque prolongée que fût cette calcination, la chaleur que je pouvais appliquer ainsi n'était pas assez forte pour chasser toute l'eau. La plus grande perte que ce sel put éprouver fut de 44,52 pour cent. Abandonnant ce moyen d'estimer l'eau, je pesai le sel dans un creuset de platine, et prenant les précautions nécessaires pour éviter toute perte, après l'avoir desséché lentement, je portais la chaleur du creuset au blanc, et je l'y maintenais pendant trois quarts d'heure. Le terme moyen de quatre expériences m'a donné 51,726 pour cent de perte. M. Berzelius, dans l'*Essai sur les proportions déterminées*, qu'il vient de publier, porte seulement à 42,54 la quantité d'eau que contient le sulfate de magnésie. Ce résultat m'a beaucoup surpris ; mais je viens de voir (*Ann. de Chim. et de Phys.*, XI, 311) que M. Gay-Lussac l'estime à 51,527 ; ce qui s'approche assez du nombre que j'ai donné ci-dessus. Mais, dans d'autres résultats, la perte s'est élevée jusqu'à 53,059, et l'analyse par les sels barytiques m'a prouvé que c'est en effet le nombre qui s'approche le plus de la vérité.

J'ai observé, dans la calcination du sulfate de magnésie, plusieurs faits qu'il est bon de consigner :

1°. La force avec laquelle ce sel retient son eau de cristallisation, puisqu'une chaleur de plus de 260 degrés prolongée pendant cinq heures n'a pu lui faire perdre environ que les $\frac{4}{5}$ de celle qu'il contient ; et qu'enfin la chaleur poussée et maintenue au rouge blanc pendant

trois quarts d'heure n'est pas encore suffisante pour chasser toute l'eau.

2°. Ce sel, fortement calciné à blanc pendant trois quarts d'heure, commence à laisser dégager de son acide; car toutes les fois que je le dissolvais dans l'eau, il restait une petite portion de magnésie privée d'acide; mais cette décomposition est à peine sensible, et on ne peut pas être certain d'avoir privé le sel de toute son eau, s'il n'a été tenu au rouge blanc pendant au moins une heure.

3°. Ce sel, lorsqu'il a été fortement calciné, se dissout difficilement dans l'eau. Ainsi, lorsque les chimistes traitent par l'acide sulfurique en excès un mélange de sous-carbonates de chaux et de magnésie, qu'ensuite ils calcinent pour chasser l'excès d'acide, et qu'enfin ils séparent le sulfate de magnésie du sulfate de chaux par la lixiviation, ils sont exposés à laisser du sulfate de magnésie pulvérulent parmi le sulfate de chaux. Pour être certain qu'il ne reste plus du premier sel indissous, il faut employer au moins huit à dix fois plus d'eau que le sulfate de magnésie n'en demanderait pour sa dissolution, et ne séparer le liquide du résidu insoluble qu'après vingt-quatre heures de contact, ayant eu soin d'agiter de temps en temps. Ce qui m'a beaucoup surpris, c'est que l'insolubilité du sulfate de magnésie calciné ne tient pas au degré de chaleur auquel il a été exposé; car celui que je calcinais à blanc dans le creuset de platine se dissolvait habituellement complètement en trois ou quatre heures, tandis que celui que je faisais dessécher dans des fioles à médecine sur le bain de sable, était souvent beaucoup plus de temps à se dissoudre

complètement : j'ai même observé des cas où la dissolution n'était point encore achevée après vingt-quatre heures. Quelquefois le sel n'était point pulvérulent, mais blanc et léger, comme l'est du sous-carbonate de magnésie au milieu d'une liqueur dans laquelle il vient d'être formé; de sorte que, comme je croyais que le sulfate de magnésie perdait toute son eau à la chaleur du bain de sable, je pensais que cette chaleur suffisait aussi pour le décomposer; mais il n'en est point ainsi, puisque, d'une part, il ne perdait que les $\frac{5}{6}$ de son eau, et que, de l'autre, tout le précipité finissait toujours par disparaître. Y avait-il eu, dans cette calcination prolongée, action du verre sur le sulfate? Toutefois n'y a-t-il pas eu d'alcali du verre de séparé; car alors on ne pourrait pas expliquer comment s'est faite la disparition définitive du précipité.

Après avoir constaté la quantité d'eau que contient le sulfate de magnésie, j'ai dû rechercher la quantité d'acide qui le constitue.

J'ai pesé 5 grammes de ce sel privé d'eau-mère adhérente par le moyen que j'ai indiqué plus haut; et après les avoir dissous dans l'eau, je les ai précipités par le muriate de baryte. Le terme moyen de deux expériences parfaitement concordantes m'a donné pour résultat 4,91 de sulfate de baryte. En faisant les calculs nécessaires, ce résultat nous donne, pour composition du sulfate de magnésie cristallisé et anhydre :

Magnésie,	13,249	28,19;
Acide sulfurique,	33,751	71,81;
Eau,	53,000.	

Il suit de là que 47,00 de sulfate de magnésie calciné nous auraient donné 98,2 de sulfate de baryte, et par conséquent 10 nous auraient donné 20,896; mais M. Berzelius (*Ann. de Chim.*, LXXXII, 5) n'a obtenu de 10 grammes de sulfate de magnésie calciné que 19,43 de sulfate de baryte; et d'après ce résultat, le sulfate de magnésie se trouverait composé de :

Magnésie,	16,292	33,345;
Acide sulfurique,	32,566	66,655;
Eau,	51,142.	

On voit que mon résultat diffère de beaucoup de celui de M. Berzelius. Cette différence peut tenir à deux causes: la première, c'est que mes précipités n'aient pas été assez desséchés, et par conséquent le poids du sulfate de baryte que j'ai obtenu serait plus élevé qu'il ne devrait être. Je suis fâché que ma position ne me permette pas de vérifier ce soupçon dans un laboratoire; mais les notes d'après lesquelles j'écris ce travail me donnent des détails si précis sur les vérifications que j'ai faites pour m'assurer du véritable poids du précipité, que je n'aurais pas le moindre doute sur l'inexactitude de mon résultat, sans la dissidence qu'il présente avec celui donné par M. Berzelius. La seconde cause, et qui me semble beaucoup plus probable, c'est que le sel desséché que M. Berzelius a employé retenait encore de l'eau. Cette eau est retenue avec tant de force par le sulfate de magnésie, qu'on n'en fera jamais une bonne analyse en l'employant calciné; car d'une part, ce sel se décompose au feu; de l'autre, une calcination prolongée pendant plus de cinq heures, sur un bain de sable chauffé à plus de 260 degrés, ne lui a

fait perdre que 44,52 pour cent; tandis qu'en admettant même l'analyse ci-dessus conclue des recherches de M. Berzelius, il devrait en contenir 51,142. Or, quel moyen aura-t-on de reconnaître si la calcination n'a pas décomposé une partie du sel et dans quelle proportion, ou si elle a été pousée assez loin pour chasser toute l'eau ?

Lorsque j'eus reconnu que les sous-carbonates alcalins ne précipitaient pas toute la magnésie de ses dissolutions, les travaux analytiques que je faisais il y a cinq ou six ans sur des dépôts magnésio-calcaires me mirent dans la nécessité de reconnaître si les alcalis caustiques opéraient une décomposition complète des sels magnésiens. Je pris donc 5 grammes de sulfate de magnésie soigneusement privé d'eau-mère, ainsi qu'il est dit ci-dessus; je les dissolvis dans l'eau, et je précipitai par une dissolution de potasse caustique à l'alcool, versant de cet alcali en excès. Je laissai reposer le précipité, et au moyen d'une pipette, j'enlevai l'eau surnageante, que je remplaçai par de l'eau distillée. Après avoir recommencé cette manipulation cinq ou six fois, je versai le précipité sur un filtre que j'avais équilibré préalablement sur une balance d'une grande justesse avec un autre de même papier. Je lavai le précipité sur le filtre; mais comme l'eau ne pénétrait peut-être pas bien la gelée, je la laissai dessécher sur le filtre pendant un jour ou deux, après quoi je recommençai les lavages jusqu'à ce que l'eau qui passait ne donnât, par les réactifs, le plus léger indice d'impureté. Alors je laissai essorer le filtre, puis je le fis dessécher dans une casserole de cuivre enterrée dans un bain de sable chauffé au degré du plomb fondant, concurremment avec celui qui lui avait servi de contre-

poids. Après sept ou huit heures de feu, la dessiccation du filtre étant parfaite depuis plusieurs heures, et le papier commençant à roussir, je reportai les deux filtres sur la balance, ajoutant à celui qui ne contenait rien les poids nécessaires pour l'équilibre des plateaux. Par un grand nombre de résultats presque conformes, mais parmi lesquels trois sont parfaitement concordans, j'ai trouvé que 100 de sulfate de magnésie cristallisé donnaient 25 d'hydrate. Mais 100 de sulfate de magnésie contiennent 13,249 de base; donc 100 d'hydrate se composent de :

Magnésie,	52,997;
Eau,	47,003.

Résultat qui, s'il était juste ainsi que mon analyse du sulfate de magnésie, ne serait pas satisfaisant pour la théorie; car 52,997 de magnésie devraient contenir 26,7 d'oxigène, et 47,003 d'eau en contiennent 41,802, nombres qui sont à-peu-près dans le rapport de 2 à 3; tandis que les hydrates se composent, d'après M. Berzelius, de telle sorte que l'oxigène de la base et celui de l'eau ont pour rapport l'unité.

Les filtres étant encore chauds, je faisais tomber dans un creuset de platine l'hydrate qui pouvait se détacher sans enlever de papier, et je mettais le creuset au milieu des charbons, où il était porté au rouge blanc pendant plus d'une heure. Dans un premier résultat, 100 d'hydrate ont perdu 33,10; dans un autre, la perte a été de 33,66.

Mais 100 de sulfate de magnésie cristallisé donnent 25 d'hydrate, lesquels, en admettant comme plus exact le

premier résultat ci-dessus, se réduisent à 16 725 : or, par l'analyse que j'ai faite de ce sel au moyen du muriate de baryte, il ne doit contenir que 13,249 de base. L'excès de poids que nous trouvons, en nous donnant la certitude que la potasse caustique précipite toute la magnésie des sels magnésiens, nous amène nécessairement à trois suppositions.

1°. Ou le précipité retenait encore de l'acide sulfurique;

2°. Ou il retenait de la potasse;

3°. Ou l'hydrate fortement calciné retient de l'eau.

Le précipité ne contenait pas de l'acide sulfurique, car l'ayant dissous dans l'acide nitrique, les sels barytiques troublèrent à peine la transparence de la liqueur.

Il ne contenait pas de potasse; car cette même dissolution nitrique ne donnait pas le moindre rudiment cristallin, ni avec l'acide oxalique, ni avec le sulfate d'alumine. Cependant j'étais porté à y soupçonner de l'alcali; car Bayen a annoncé (*Opuscules*, II, 120) qu'il était entraîné quelquefois par la magnésie dans sa précipitation. Ce grand chimiste aura sans doute examiné des précipités lavés avec peu de soin.

Quant à la troisième supposition, c'est-à-dire que l'hydrate de magnésie fortement calciné retient encore de l'eau, elle est extrêmement probable, et même on ne doit avoir à ce sujet aucun doute; et, admettant pour bonne l'analyse du sulfate de magnésie par le muriate de baryte que j'ai donnée ci-dessus, l'hydrate de magnésie fortement calciné à blanc pendant une heure, retient encore 20,782 pour cent d'eau; résultat qui, je crois, est nouveau. Il semble même que c'est une combinaison

constante, un sous-hydrate enfin, dont l'oxigène de la base serait 2 celui de l'eau étant 1, puisque 79,218 de magnésie doivent contenir 40,263 d'oxigène, et 20,782 d'eau en contiennent 18,584.

Il résulte de ce travail :

1°. Que le sous-carbonate d'ammoniaque est le meilleur réactif que l'on puisse employer pour séparer la chaux d'une dissolution magnésio-calcaire ;

2°. Que les sous-carbonates alcalins, même avec le secours de la chaleur, ne précipitent que très-imparfaitement la magnésie ;

3°. Que le carbonate de magnésie est soluble dans les sels alcalins ;

4°. Que la potasse caustique précipite toute la magnésie des dissolutions magnésiennes, et que, dans toute analyse chimique où l'on aura à recueillir de la magnésie, cette terre devra toujours être précipitée par un alcali caustique ;

5°. Que le sulfate de magnésie retient l'eau avec force, et que ce sel long-temps calciné, même à un faible degré de chaleur, se dissout ensuite avec difficulté dans l'eau ;

6°. Que la magnésie calcinée au rouge blanc retient encore 20,78 pour cent d'eau ;

7°. Enfin, nous concluons de ce travail les analyses du sulfate de magnésie cristallisé et anhydre, de l'hydrate de magnésie et de la magnésie. Je vais les présenter, en donnant en regard celles que M. Berzelius vient de donner dans son *Essai sur les proportions chimiques*. Je me suis servi, pour les calculs de mes résultats, des analyses de l'eau, de l'acide sulfurique et du

sulfate de baryte, qui sont données dans le même Traité.

Analyse du sulfate de magnésie.

	M. Berzelius.			
Magnésie,	19,54	34,02	13,249	28,19;
Acide sulfurique,	37,92	65,98	33,751	71,81;
Eau,	42,54		53,000.	
	100,00	100,00	100,000	100,00.

Analyse de l'hydrate et du sous-hydrate de magnésie.

	M. Berzelius.			
Magnésie,	67,68	63,64	52,997	79,218;
Eau,	30,32	36,36	47,003	20,782.
	100,00	100,00 (1)	100,000 (2)	100,000 (3).

(1) Composition calculée d'après mon analyse du sulfate de magnésie, et admettant que l'oxigène de la base est avec celui de l'eau dans le même rapport que l'unité.

(2-3) En faisant quelques corrections, l'oxigène des deux élémens serait exactement dans le rapport de 2 à 3. Ce résultat est hors de la théorie, puisque M. Berzelius a prouvé que si l'on en excepte quelques genres de sels, l'oxigène de l'un des élémens est toujours un multiple de celui de l'autre. Mais il est cependant très-certain que toutes les fois que l'on précipite 100 parties de sulfate de magnésie cristallisé par la potasse caustique, on obtient un précipité qui, séché à 200 ou 250 degrés, est du poids de 25 parties. Dira-t-on qu'à la température de 200 degrés, toute l'eau qui ne constitue pas l'hydrate n'a pas pu se dégager? Mais alors je demanderai à quel degré il faudra élever la chaleur; car au rouge blanc, l'oxigène de l'eau qui reste unie à la magnésie n'est

Analyse de la magnésie.

	M. Berzelius.	
Magnésium,	61,29	49,174;
Oxigène,	38,71	50,826.
	100,00	100,000.

Je ne puis me dissimuler qu'une aussi grande dissidence dans les résultats nécessite de nouvelles recherches : je suis fâché de ne pouvoir les faire moi-même. J'engage les chimistes qui s'en occuperont à abandonner l'analyse par les sels barytiques, parce qu'une erreur de $\frac{1}{200}$ en plus ou en moins dans le sulfate de baryte obtenu en entraîne de très-considérables dans l'analyse de la magnésie, par la suite des calculs qu'on est obligé de faire. Je crois qu'on parviendrait plus sûrement au but par l'analyse du sous-carbonate de magnésie.

---

plus que la moitié de celui de cette terre; et alors, dans ce cas encore, la loi est rompue, puisque vous admettez que l'oxigène des élémens dans les hydrates a pour rapport l'unité. Je ne veux point attaquer en général la théorie des rapports, qu'a si bien développée M. Berzelius; mais il est peut-être des genres qui, par l'imperfection de nos moyens d'estimation, ne s'y prêtent pas, et les hydrates seraient de ce nombre. Au surplus, je ne vois pas pourquoi l'on repousserait cette idée, puisque M. Berzelius lui-même vient de faire voir (*Annales de Chimie et de Physique.* XI. 245) qu'il y a des cas où la combinaison n'est régie par aucune loi : c'est ainsi qu'il a vu le soufre se combiner en toutes proportions avec l'arsenic.

Nouvelles Recherches *sur la Nature du bleu de Prusse.*

Par M. Robiquet.

Depuis la découverte fortuite de Diesbach et Dippel, le bleu de Prusse est devenu successivement le sujet des méditations et des recherches des chimistes les plus célèbres. Je n'entreprendrai point de rappeler ici ce que nous devons à chacun de ceux qui s'en sont occupés; l'historique en a été tracé par des mains plus habiles, et je me bornerai à prendre la question dans l'état où elle se trouve maintenant.

Il est assez étonnant de voir qu'un produit tant et tant de fois remanié par les maîtres de la science ne soit pas encore complètement connu dans sa nature intime. Le bleu de Prusse est-il un hydrocyanate, ou bien un cyanure, ou enfin une combinaison des deux? Ceux qui veulent que ce soit un hydrocyanate se fondent sur ce que le bleu de Prusse le plus desséché et le plus pur donne néanmoins à la distillation des produits qui indiquent la présence de l'hydrogène et de l'oxigène. En effet, à toutes les époques de cette distillation, on obtient de l'eau, du prussiate d'ammoniaque, de l'acide carbonique, etc. De plus, si on traite directement du fer métallique par de l'acide prussique étendu, il se dégage du gaz hydrogène, et il y a formation de bleu de Prusse; mais en faisant attention que les hydrocyanates simples cèdent leurs bases aux acides les plus faibles, tandis que les

acides énergiques n'ont que peu ou point d'action sur le bleu de Prusse; en observant en outre que l'hydrocyanate de potasse pur ne donne point de bleu, soit avec les dissolutions de fer au *minimum*, soit avec les dissolutions au *maximum*, alors on voit combien il serait difficile d'admettre cette première hypothèse. Quelques auteurs ont conclu des considérations précédentes que le bleu de Prusse était un véritable cyanure, mais hydraté, et ils ont expliqué, par ce moyen, la présence de l'eau, de l'acide carbonique et de l'ammoniaque dans les produits de la distillation, en s'étayant de ce qui a été observé pour le cyanure de mercure quand il conserve une portion d'humidité. Rien sans doute, jusqu'à présent, n'a démontré le contrairede cette opinion; mais aussi aucun fait, aucune expérience positive ne viennent à son appui. M. Gay-Lussac a fait remarquer que si l'hypothèse d'un cyanure est plus favorable à la difficile décomposition du bleu de Prusse par les agens chimiques, d'un autre côté, on ne prévoit point, dans cette supposition, comment on pourrait expliquer la différence entre le précipité blanc qu'on obtient dans les dissolutions de fer au *minimum*, et le précipité bleu que donnent les sels au *maximum*. Une troisième opinion est basée sur les considérations suivantes, et c'est à M. Thenard que nous la devons. M. Gay-Lussac ayant observé que le cyanure d'argent était soluble dans l'hydrocyanate alcalin de potasse, et que la combinaison qui en résultait devenait, par là même, susceptible d'être saturée par de l'acide hydrocyanique pour former une combinaison stable, ce savant en a inféré que les prussiates triples ordinaires avaient probablement une composition ana-

logue. Or, comme on obtient le bleu de Prusse en précipitant une dissolution de fer au *maximum* par le prussiate triple de potasse, et que M. Proust a démontré depuis long-temps que le fer qui trisule l'acide prussique dans les prussiates triples suit l'acide prussique dans toutes ses combinaisons, il en résulterait que le bleu de Prusse pourrait être regardé comme formé de la réunion du cyanure et de l'hydrocyanate de fer.

M. Porett, chimiste anglais, publia, en 1814, un Mémoire sur l'acide des prussiates triples. Il résultait de son travail que cet acide était une combinaison d'acide prussique ordinaire et d'oxide de fer; opinion qui semblait être une conséquence immédiate des expériences de M. Proust, mais que ce chimiste n'avait pas voulu en déduire, parce qu'il en avait aperçu toute l'incohérence. Voici, en effet, ce qu'on trouve dans son Mémoire publié en 1806 : « Si on traite, dit M. Proust, l'acide » prussique avec de l'oxide noir de fer, on peut produire » du bleu de Prusse, mais non pas l'espèce d'acide ferrugineux qui est propre à convertir la potasse en sel » triple. » Et il ajoute plus loin : « Le prussiate triple, » moins sa base alcaline, est, si je puis m'exprimer » ainsi, un composé sur lequel nous n'avons aucune » donnée, aucun aperçu qui nous autorisent à le considérer plutôt comme un sel dont l'acide aurait été particulièrement exalté par son union avec l'oxide que » comme une combinaison perfectionnée dans son ensemble par ce même oxide. Enfin, dit-il, une propriété qui paraît nous éloigner d'admettre le prussiate » comme un sel dont l'acide se serait exclusivement uni » à l'oxide de fer, c'est celle de résister au pouvoir des

» hydro-sulfures alcalins. » Ces considérations, toutes péremptoires qu'elles peuvent paraître, n'avaient point arrêté M. Porett, et il s'était efforcé, par divers raisonnemens, de faire concevoir que l'oxide de fer, devenu élément de l'acide des prussiates triples, pouvait ne pas être découvert par les réactifs ordinaires; il a eu une tâche toute aussi pénible à remplir pour faire admettre que l'oxide de fer, en se combinant avec l'acide prussique, en rehaussait singulièrement l'énergie et la force saturante. On conçoit que, dans un tel conflit d'idées et d'opinions, c'était à l'expérience seule qu'il appartenait de prononcer.

Depuis long-temps j'avais entrepris ce travail; mais le peu d'instans qu'il m'est permis de consacrer à l'étnde m'a fait apporter des retards considérables à sa publication. Lorsque je communiquai de vive voix quelques-uns de mes résultats à la Société philomatique, et que j'annonçai que le fer n'était point à l'état d'oxide dans cet acide, mais bien à l'état métallique, on m'apprit que M. Porett avait publié de nouvelles observations sur ce même objet, et qu'il avait également adopté cette idée. Toutefois, comme nous avons considéré la chose sous des rapports différens, nos recherches n'ont qu'un petit nombre de points de contact, et nous sommes arrivés même à quelques résultats opposés. En cette occurrence, j'ai cru devoir me hâter de publier mon travail, quoique n'étant pas entièrement achevé, afin de pouvoir conserver le peu qui m'est propre et de mettre à même de faire la part de chacun.

On trouve, dans le Mémoire déjà cité de M. Proust, une foule de détails intéressans. Le bleu de Prusse y est

successivement étudié dans tous ses rapports avec les divers agens chimiques. Pour arriver au but que je me proposais, j'ai d'abord répété toutes les expériences qui y sont indiquées, et j'ai eu occasion de pouvoir ajouter quelques notions à celles déjà publiées.

J'ai constaté de nouveau que le proto-sulfate de fer précipité par le prussiate triple de potasse donne lieu à un prussiate blanc dont la potasse est un des élémens essentiels, et pour m'en assurer, j'ai lavé ce précipité à vase clos avec de l'eau un peu hydro-sulfurée et fortement acidulée. J'ai vu que, tant qu'on le prive du contact de l'air, la potasse résiste aux lavages même les plus acides. J'ai observé en outre que la présence de l'acide contribuait singulièrement à l'insolubilité du prussiate blanc; car, à mesure que cet acide est soustrait par les lavages, le précipité reste de plus en plus en suspension, et il arrive une époque où le précipité se dissout en partie. La liqueur prend une teinte bleuâtre, et elle précipite du bleu de Prusse par son exposition à l'air.

Le prussiate blanc desséché, et privé autant que possible du contact de l'air, retient une assez forte proportion de potasse : ce serait donc une combinaison intermédiaire entre le prussiate triple de potasse et le bleu de Prusse. Cependant cette combinaison encore humide se détruit à mesure que l'air exerce son influence et fait passer le fer à l'état de peroxide; alors la potasse est déplacée et enlevée par les eaux de lavage. Je pense que c'est en cela surtout que l'excès d'acide de l'alun est d'une grande utilité dans la fabrication du bleu de Prusse.

On vient de voir qu'à l'exemple de M. Proust, j'ai employé l'hydrogène sulfuré pour maintenir le prussiate à l'état blanc; j'ai été curieux d'examiner quelle serait l'action isolée de ce réactif sur le bleu de Prusse ordinaire, et j'ai remarqué qu'après avoir perdu sa belle nuance pour en prendre une d'un gris jaunâtre, il s'était formé, après plusieurs jours de contact, de petits cristaux grenus, brillans, d'un assez beau jaune, que j'avais d'abord pris pour du soufre. Je séparai ces cristaux; ils devinrent du plus beau bleu aussitôt qu'ils eurent le contact de l'air. Soumis à l'action de la chaleur, j'en obtins tous les produits du bleu de Prusse ordinaire : ainsi la couleur blanche ne serait pas inhérente au protoprussiate de fer, et n'appartiendrait qu'à celui qui contient de la potasse.

M. Vauquelin a fait voir que le bleu de Prusse pur, desséché presqu'au point d'être brûlé, n'en donnait pas moins, à la distillation, une grande quantité de produits hydrogénés, et que par conséquent ce ne pouvait être un hydrate. Je citerai cependant une expérience qu'il me paraîtrait alors bien difficile d'expliquer. Du bleu de Prusse très-pur, délayé à froid avec de l'acide sulfurique concentré, perd sa couleur et devient d'un blanc parfait, sans qu'il se dégage aucune odeur prussique. Si l'on ajoute de l'eau sur ce mélange, la couleur bleue reparaît sur-le-champ. On ne peut, ce me semble, faire, à cet égard, que les suppositions suivantes : ou le bleu de Prusse est un hydrate, ou bien il a subi une décomposition quelconque, soit une simple désoxigénation, soit une élimination de son acide. Si c'est un hydrate, l'expérience s'explique d'elle-même; mais, dans l'hypo-

thèse où il y aurait décomposition, on devrait en retrouver quelques traces dans l'acide sulfurique surnageant. Rien de semblable n'a lieu. J'ai soumis à diverses épreuves de l'acide sulfurique qui avait long-temps séjourné sur du bleu de Prusse, et qui en avait détruit la couleur, et je n'ai pu retrouver les plus légers indices ni d'acide prussique ni de fer. On ne saurait non plus admettre que le bleu de Prusse subit, dans ce cas, une désoxidation et repasse à l'état de prussiate blanc; car l'expérience a le même succès lorsqu'on la fait sous le vide de la machine pneumatique. J'ai versé dans un verre ordinaire un mélange d'acide sulfurique et de bleu de Prusse, et j'en ai imprégné toutes les parois internes; j'ai placé un autre vase contenant de l'eau sous le même récipient, et j'ai fait le vide. On n'aperçoit d'abord aucun changement; mais, à mesure que l'acide sulfurique s'étend suffisamment, on voit le bleu de Prusse se régénérer avec toute son intensité de couleur. Je sais qu'on pourrait encore dire que cette couleur blanche qui se manifeste est le résultat d'une combinaison entre le bleu de Prusse et l'acide sulfurique. Je ne partage point cette manière de voir; mais je ne la conteste cependant pas, et je dirai même que je n'ai jamais pu réussir, par aucun moyen, à séparer l'acide sulfurique sans reproduire la couleur bleue. J'ai essayé inutilement l'alcool, la liqueur d'Hoffmann et l'éther pour délayer l'acide sulfurique et pouvoir le séparer. Au reste, quelque explication qu'il convienne d'adopter à cet égard, je ne pense pas que le résultat puisse en être fort important pour le fond de la question. Cette observation ne pourra servir qu'à se rendre compte de la

coloration du bleu de Prusse ; mais, selon ma manière de voir, elle ne saurait conduire à la composition intime de ce produit.

Jusqu'à présent on avait cru que les acides n'avaient aucune action sur le bleu de Prusse, et n'étaient propres tout au plus qu'à l'aviver en le débarrassant des substances qui lui étaient étrangères. Je viens de faire connaître quel mode de réaction l'acide sulfurique exerce sur ce composé, et je vais indiquer maintenant comment agit l'acide muriatique sur ce même corps. Je dois rappeler avant tout que mes expériences ont été faites sur du bleu de Prusse parfaitement pur, c'est-à-dire, ne contenant aucune portion d'alumine. Cela posé, j'observerai que de l'acide muriatique ordinaire, et en petite portion, versé sur du bleu de Prusse, n'y produit aucun changement sensible à froid. Mais si on soumet ce mélange à l'action de la chaleur, la couleur bleue s'évanouit d'abord, et reparaît ensuite ; il se dégage une petite quantité d'acide prussique, et une certaine portion d'oxide de fer reste en dissolution dans l'acide hydrochlorique. Le bleu de Prusse qui a été soumis à cette épreuve n'a plus une teinte aussi foncée ; mais sa nuance a plus d'éclat et de velouté ; il est léger et friable comme l'indigo flore ; enfin, on jugerait, à son aspect, qu'il est étendu d'une grande quantité d'alumine. C'est peut-être ici le lieu de rappeler une observation de M. Proust : ce chimiste propose comme un moyen sûr de juger de la qualité d'un bleu de Prusse, de le traiter par de la potasse caustique, et de mesurer, pour ainsi dire, cette qualité par la nuance de l'oxide résidu. Celui-ci doit être d'autant plus rouge et foncé que le bleu

de Prusse est meilleur; tandis que celui qui contient de l'alumine a une couleur d'autant plus jaune qu'il est plus allongé. J'ai vu que la même différence se reproduisait avec des bleus de Prusse qui ne contenaient pas un atome d'alumine. Celui, par exemple, qui, comme dans le cas que je viens de citer, a été soumis à l'action de l'acide muriatique, donne, par les alcalis, un oxide très-jaune, et cet oxide est plus abondant que dans le bleu de Prusse qui n'a point subi la même épreuve. Ces deux nuances, si distinctes dans l'oxide de fer qu'on obtient ainsi, dépendent-elles d'une différence d'oxidation ?

Si on prend de l'acide muriatique le plus concentré possible, et qu'on en verse de suite une assez grande quantité, alors la couleur du prussiate devient d'abord verte, et passe peu de temps après au jaunâtre. Lorsqu'on y ajoute de l'eau pendant que le tout est à l'état de mélange, on reproduit le bleu, comme dans l'expérience avec l'acide sulfurique. Si, au contraire, on abandonne ce mélange au repos dans un vase très-étroit, on voit, au bout de quelques heures, que l'acide qui surnage a acquis, dans cette réaction, une couleur d'un rouge brun foncé. La liqueur décantée, lorsqu'elle est parfaitement limpide, ne régénère point de bleu, soit qu'on la verse dans de l'eau, soit qu'on la soumette à toute autre épreuve. Elle ne contient précisément que de l'acide muriatique et du peroxide de fer, à moins cependant que l'acide n'ait séjourné trop long-temps sur le bleu de Prusse, ou qu'on n'ait employé le secours de la chaleur; mais avec les précautions indiquées, le fait est constant. Puisque l'acide hydrochlorique n'enlève que

l'oxide de fer, il est de toute évidence que le dépôt qui se forme doit contenir les autres élémens du bleu de Prusse; il s'agit donc d'isoler ce dépôt en l'altérant le moins possible, et cela offre assez de difficultés. Toutefois voici comment j'y suis parvenu. Après avoir laissé ce dépôt se tasser pendant plusieurs jours dans des cloches très-étroites, je décante, à l'aide d'une pipette, tout le liquide qui surnage; je lave avec une nouvelle quantité d'acide muriatique *concentré* (l'eau reproduirait du bleu); j'abandonne de même au repos, et je réitère cette opération jusqu'à ce que j'en aie enlevé presque tout le fer qui restait dans la dissolution. Le dépôt étant jugé suffisamment lavé, je le laisse séjourner dans la cloche tant qu'il se forme une couche de liquide à la surface; je sépare cette couche chaque jour, et le magma qui reste au fond de la cloche est ensuite versé dans une capsule plate, et abandonné à une évaporation spontanée sous une cloche qui contient en même temps la plus grande quantité possible de chaux vive disposée de la manière la plus convenable.

Lorsque le tout est parfaitement sec, je le traite par de l'alcool concentré; je filtre la dissolution et l'abandonne à une évaporation spontanée : vers la fin de l'évaporation, on voit se disposer sur le fond de la capsule une foule de petits cristaux grenus. Ces cristaux, étant séparés de la liqueur, lavés avec une petite quantité d'alcool et dissous de nouveau, se reproduisent une seconde fois par l'évaporation. C'est après avoir été ainsi préparés qu'on peut leur reconnaître les caractères suivans.

Ces cristaux sont sans formes prononcées : cependant j'ai cru reconnaître quelquefois des rudimens de té-

traèdres. Ils sont blancs dans leur plus grand état de pureté; mais, par suite de leur exposition à l'air, ils prennent une légère teinte bleuâtre; leur odeur est nulle; leur saveur est d'une acidité franche et bien marquée, sans rien rappeler de l'acide prussique ordinaire. La solution s'en opère très-bien et dans l'eau et dans l'alcool. Cette solution peut être obtenue parfaitement incolore, et elle produit immédiatement une très-grande quantité de bleu de Prusse quand on y ajoute du trito-sulfate de fer; enfin cet acide sature parfaitement la potasse, et donne naissance au sel connu depuis si long-temps sous le nom de *prussiate de potasse ferrugineux*. Ces premières observations me conduisirent naturellement à rechercher l'acide des prussiates triples, et je parvins à l'isoler par le même procédé que celui que je viens d'indiquer A l'époque où je fis ces expériences, je ne connaissais de M. Porett que le travail qu'il publia en 1814, et duquel il résultait que son acide chyasique ferruré ou acide des prussiates triples avait des caractères tout-à-fait différens de ceux que je viens de citer. Je m'imaginai dès-lors que l'un de nous n'obtenait point cet acide à l'état de pureté. Je priai M. Gay-Lussac d'examiner celui que j'avais préparé, et il s'assura qu'il ne contenait rien d'étranger à sa nature. Comme M. Porett séparait son acide chyasique ferruré du prussiate triple de baryte dissous dans huit cents fois son poids d'eau, il en résultait que cette énorme quantité d'eau déterminait presque instantanément la décomposition de son acide. Je croyais être le premier à avoir obtenu cet acide à l'état solide; mais j'ai su depuis que M. Porett l'avait séparé

avant moi du prussiate triple de potasse, en traitant ce sel par l'acide tartrique, et en se servant pour véhicule d'alcool au lieu d'eau, ainsi que je l'ai pratiqué moi-même. Cet habile chimiste a publié successivement trois opinions différentes sur la nature de son acide : il admet d'abord, comme je l'ai déjà dit, qu'il était formé d'acide prussique ordinaire et d'oxide de fer. Cette hypothèse était trop peu probable pour qu'elle pût se maintenir long-temps. En effet, en 1818, M. Porett publia une nouvelle analyse dans laquelle il considéra le fer comme étant à l'état métallique; son acide se trouvait composé de 2 atomes d'acide prussique, moins un atome d'azote et plus un atome de fer, ou, en d'autres termes, de :

4	atomes	de carbone;
1		d'azote;
1		de fer;
2		d'hydrogène.

M. Porett a plutôt eu recours au calcul qu'à l'expérience dans ses premières analyses, et il a déduit le poids de l'atome de son acide de la proportion de potasse contenue dans le prussiate triple; puis ensuite il a, comme il le dit lui-même, poli ses résultats pour les faire cadrer avec le système atomistique. Une conséquence assez fâcheuse en est résultée, c'est qu'ayant trouvé, en répétant l'analyse du prussiate de potasse, qu'il avait commis une erreur sur la proportion réelle d'alcali, il a dû revenir sur la composition de l'acide chyasique ferruré, et prendre le nombre 17,5 pour la valeur de l'atome de fer, au lieu de 34 qu'il avait assigné d'abord. Cette

modification l'a forcé d'apporter les changemens suivans à la composition de son acide, qu'il reconnaît maintenant comme formé de :

4 atomes de carbone ;
1 atome d'azote ;
1 atome de fer ;
1 atome d'hydrogène ;

c'est-à-dire, à un atome d'acide prussique, plus 2 atomes de carbone, et plus un atome de fer.

Je n'ai point une série de calculs à opposer à ceux de M. Porett ; mais je pense y suppléer avantageusement par les résultats positifs de l'expérience.

Si l'on soumet l'acide du bleu de Prusse à l'action de la chaleur, dans un petit tube de verre, il s'en dégage immédiatement une quantité considérable d'acide prussique ; la couleur de l'acide passe au bleu foncé, et il devient insoluble. Si cette même calcination s'opère en vaisseaux clos, et de manière à recueillir tous les produits, on obtient un liquide brun, d'une odeur très-pénétrante d'acide prussique contenant de l'ammoniaque, et il se dégage, à cette époque, une petite quantité de gaz prussique qu'on peut absorber presque complètement par l'oxide rouge de mercure. On remarque, après quelque temps de calcination, une sorte de stagnation, comme si la décomposition était achevée ; mais en élevant la température jusqu'au point de faire rougir complètement le tube, il se produit une déflagration avec scintillation des plus vives. Ce phénomène est accompagné d'une émission considérable de

gaz. C'est de cette expérience que j'avais conclu que le fer existait dans cet acide à l'état métallique ; car on ne retrouve aucune trace d'acide carbonique, ni dans les produits liquides, ni dans les gaz obtenus. Je pensai dès-lors que, puisque le fer y était à l'état métallique, l'acide des prussiates triples devait contenir une proportion relative de cyanogène, et l'expérience même que je viens de citer semble l'indiquer suffisamment ; mais on peut le démontrer d'une manière plus nette en s'y prenant comme je vais l'indiquer. J'ai introduit cet acide dans un tube très-étroit, bouché à l'une de ses extrémités, et courbé de manière à pouvoir recueillir les produits liquides et gazeux. La portion du tube qui contenait l'acide a été fixée dans une cloche contenant du mercure, et le tout disposé sur une grille inclinée ; l'extrémité ouverte du tube plongeait sous une cloche pleine de mercure, tandis que la partie intermédiaire portait un renflement qui était environné d'un mélange refroidissant. J'ai fait chauffer graduellement le mercure jusqu'au point de l'ébullition, et je l'ai soutenu à cette température pendant près d'une heure ; dès la première action de la chaleur, l'air de l'appareil a été expulsé par les vapeurs qui se développent ; mais il ne se dégage ensuite aucune autre portion de gaz. Un liquide incolore, d'une odeur très-flagrante d'acide prussique, se condense dans la petite boule. On aurait pu supposer que ce liquide contenait une certaine quantité d'eau. Pour m'en assurer, j'ai préparé, à la manière ordinaire, trois baromètres : dans l'un, j'ai introduit une petite quantité d'acide prussique anhydre, préparé à la manière de M. Gay-Lussac ; j'ai mis dans le second l'acide que

j'avais obtenu de mon opération; et le troisième baromètre m'a servi de point de comparaison. La dépression a été précisément la même dans les deux tubes qui contenaient l'acide prussique : ainsi celui extrait de l'acide du bleu de Prusse était parfaitement pur.

Si l'on examine maintenant le résidu de cette calcination à la température du mercure bouillant, on trouve, comme dans le cas précédent, que la couleur est totalement changée ; elle est passée à un brun jaunâtre qui se fonce de plus en plus à l'air, et devient presque noir. La température, dans cette opération, n'est pas assez élevée pour déterminer l'expulsion complète de l'acide prussique : aussi la potasse dissout-elle une partie du résidu, et devient-elle par là même susceptible de reproduire du bleu avec le trito-muriate de fer. Il est à remarquer que ce résidu contient de l'ammoniaque toute formée, non-seulement on en dégage par l'action de la chaleur; mais la potasse caustique en manifeste aussi la présence d'une manière très-prononcée. Lorsqu'on calcine de nouveau et à feu nu, les gaz qu'on recueille en dernier lieu contiennent encore une très-petite quantité d'acide prussique, et sont formés pour la majeure partie d'hydrogène et d'azote, dans le rapport de 1 du premier contre 2 du second. Lorsque l'acide n'a été exposé qu'à la température du mercure bouillant, le fer y est encore à l'état de combinaison; car il n'est point attaqué par l'acide sulfurique, et le barreau aimanté n'en sépare aucune portion. Le 2[me] résidu, celui qu'on obtient par la calcination à feu nu, est composé de fer métallique et de charbon ; l'acide sulfurique faible en fait le départ d'une manière exacte.

Revenons maintenant sur ce qui précède, et observons d'abord qu'aucun des produits obtenus dans ces décompositions successives ne contient d'oxigène, et que par conséquent le fer est à l'état métallique dans l'acide des prussiates triples. La première opération ne fournit que de l'acide prussique pur, sans dégagement d'aucun gaz. L'hydrogène qu'on recueille par la calcination à feu nu provient évidemment de la portion d'ammoniaque contenue dans le premier résidu; cette ammoniaque elle-même est le résultat de la décomposition d'une quantité relative d'acide prussique. Or, dans ce dernier, l'azote et l'hydrogène y sont à parties égales en volume, tandis que nous obtenons 2 d'azote contre 1 d'hydrogène. La moitié de cet azote ne provient donc point d'acide prussique; et comme, d'un autre côté, la décomposition par l'oxide de cuivre nous apprend que la relation entre le charbon et l'azote est précisément celle donnée par l'acide prussique ou par le cyanogène, il s'ensuit que cet azote surabondant est contenu dans le résidu à l'état de cyanogène, et forme un cyanure ammoniacal de fer; combinaison analogue à celle qu'on obtient avec le potassium et l'ammoniaque. Ainsi, je crois qu'on peut regarder cet acide comme une combinaison d'acide prussique ordinaire et de cyanure de fer; combinaison si intime que les propriétés délétères de ce poison terrible sont entièrement détruites ou neutralisées, et que cela produit un nouvel acide. Ces résultats, indépendans de toute théorie ou système, ne doivent laisser, je pense, aucun doute dans l'esprit des chimistes sur la vraie nature du bleu de Prusse, qui peut être considéré comme une combinaison de cyanure et

d'hydrocyanate de fer, jusqu'à ce qu'on ait donné un nom à cet acide particulier.

Resterait maintenant à décider la question de savoir si le bleu de Prusse est ou n'est pas hydraté; je pencherai pour l'affirmative, en rappelant cependant que la présence de l'eau ne pourrait influer que sur la coloration en bleu.

J'espérais pouvoir présenter aujourd'hui l'analyse complète de cet acide; mais je ne suis point encore en mesure de le faire. Ce genre d'expériences offre tant de sources d'erreur qu'on ne saurait trop les multiplier avant de rien conclure. J'observerai seulement que j'ai tout lieu de croire qu'aucune des analyses publiées par M. Porett n'est exacte, et j'en apporterai pour preuve, qu'il admet entre le carbone et l'azote un rapport différent de celui donné par l'acide prussique ou le cyanogène. J'ai constamment obtenu, en calcinant l'acide chyasique ferruré avec l'oxide de cuivre, la relation de 2 d'acide carbonique contre 1 d'azote; relation qui est précisément celle fournie par M. Gay-Lussac pour l'analyse du cyanogène.

M. Porett prétend qu'en calcinant également les prussiates avec l'oxide de cuivre, on obtient 4 d'acide carbonique contre 1 d'azote. Je ne sais à quoi tient cette différence; mais je n'ai jamais obtenu rien de semblable. Ce chimiste fait observer que la base des prussiates alcalins retient une portion de l'acide carbonique formé pendant la calcination, et qu'il faut, pour en obtenir la quantité totale, ajouter à l'oxide de cuivre une certaine proportion de silice. J'ai répété cette expérience sans le moindre succès.

Une autre circonstance me fait craindre que M. Porett n'ait été entraîné à quelques graves erreurs. Il a calculé l'oxigène fourni par l'oxide de cuivre, en traitant celui-ci par l'acide sulfurique étendu; toute la portion non oxidée reste intacte; on en déduit la quantité d'oxide décomposée et, par suite, l'oxigène fourni. Je crois que tous ceux qui ont un peu d'habitude de ce genre d'opérations n'approuveront pas ce moyen, et se garderont de l'employer, surtout quand ils auront à expérimenter sur 2 ou 3 décigrammes au plus de matière, comme dans ce cas-ci. Il est sans doute bien préférable de déterminer la quantité d'oxigène fourni en pesant le tube avant et après la calcination, et en retranchant de la différence le poids de la matière employée.

Il résulte de tout ce qui précède, 1° que la potasse est un des élémens essentiels du prussiate blanc obtenu dans des dissolutions au *minimum*;

2°. Que le proto-prussiate triple de fer est un peu soluble dans l'eau; qu'il est susceptible de cristalliser, et que sa couleur est jaunâtre;

3°. Que l'acide du bleu de Prusse ordinaire et des prussiates triples en général est une combinaison de fer, de cyanogène et d'acide prussique;

4°. Que le bleu de Prusse et les prussiates triples en général sont formés d'un cyanure et d'un hydrocyanate;

5°. Enfin, qu'il est assez probable que le bleu de Prusse doit sa belle couleur à une certaine quantité d'eau.

MÉMOIRE

Sur la Pesanteur spécifique et la température des eaux de la mer, dans différentes parties de l'Océan et dans des mers particulières, avec quelques détails sur la proportion de substances salines que ces eaux contiennent.

Par le Dr Alexandre Marcet,
Membre de la Société royale de Londres, etc.

(Extrait.)

Le Mémoire intéressant dont on vient de lire le titre a été présenté à la Société royale de Londres, le 20 mai 1819, et doit faire partie du volume, non encore publié, des *Transactions philosophiques* pour la même année. Nous allons essayer, dans cet article, de donner une idée complète des divers résultats auxquels M. Marcet est parvenu.

Sur la Pesanteur spécifique des eaux de la mer.

Dans la détermination des pesanteurs spécifiques des eaux de la mer, M. Marcet a suivi la méthode ordinaire; c'est dire qu'il a constamment comparé le poids d'un volume donné de l'eau qu'il voulait éprouver, au poids d'un volume égal d'eau distillée prise à la même température.

Mer Jaune.

Plusieurs bouteilles remplies dans la mer Jaune par le capitaine Hall, sous la latitude de 35°.0′ nord, ont donné :

Pesanteur spécifique. . . = 1022,91 (1).

Mer Méditerranée.

Dans l'espace compris entre le détroit de Gibraltar et Marseille, trois bouteilles remplies à la surface et à 250 brasses de profondeur ont donné pour

Pesanteurs spécifiques. . .	1030,1 ; 1030,5 ; 1027,3 ;
Moyenne.	1029,30.

Mer de Marmara.

Pesanteur spécifique à la profondeur de 34 brasses, *au fond*, et précisément à l'entrée des Dardanelles.	1028,19 ;
Pesanteur spécifique à la surface, dans le même endroit et le même jour. . . .	1020,28.

(1) Cette eau a une odeur hépatique très-prononcée ; vue en grandes masses, elle paraît être d'une couleur jaune-verdâtre ; toutes les bouteilles qui la renfermaient avaient été noircies intérieurement.

Pesanteur spécifique à l'entrée du Bosphore, l'eau puisée au *fond*, à 30 brasses de profondeur et à 4 milles de terre. 1014,44 ;

Pesanteur spécifique à la surface, dans le même endroit et le même jour . . . . . 1013,28.

Mer Noire.

Deux échantillons ont donné, l'un et l'autre. . . . . 1014.

Mer Blanche.

Deux bouteilles remplies par 65°.15′ de latitude nord et 39°.19′ de longitude est ont donné, l'une et l'autre, pour :

Pesanteur spécifique . . . . 1019.

Mer Baltique (1).

Port de Carlsham . . . . 1015.

Dans le Sund, à égale distance des côtes de Suède et du Danemarck. . . . . 1016.

(1) M. de Fréminville, lieutenant de vaisseau, écrivait à M. Brongniart, en date du 11 février 1819 : « La faiblesse » de la salure des eaux de la mer Baltique est encore plus » sensible dans le golfe de Livonie que par-tout ailleurs ; » elle est telle que les mollusques d'eau douce y vivent très- » bien, et que j'ai trouvé sur le rivage des unios, des cy-

Dans le Catégat, à un mille et demi de distance de la côte orientale du Jutland, à 14 brasses de profondeur . . . . 1026.

Eau du lac Ourmia ou Urumea.

Le lac *Ourmia*, qu'on suppose généralement être le *Spanto* de Strabon ou le *Marcianus* de Ptolémée, est situé en Perse, dans la province de *Azerbijan*, au sud-ouest de *Tébriz*, et à peu de distance de la région volcanique du *mont Ararat*. Il a, suivant *Kinneir*, 300 milles de circonférence. Ses eaux sont parfaitement limpides; mais elles ont une odeur de soufre désagréable et très-prononcée; les poissons n'y peuvent point vivre (1). La surface du lac, quoi qu'on en ait dit, ne présente pas d'incrustations salines.

La pesanteur spécifique de l'eau est = 1165,07 (2).

» clades, des anodontes, vivant pêle-mêle avec des car- » diums, des tellines, des vénus, coquillages qui habitent » ordinairement les eaux les plus salées. » (*Journ. de Phys.* Juillet, 1819, p. 80.) (R.)

(1) M. de Humboldt a trouvé que le sel, en se dissolvant dans l'eau, chasse l'air qu'elle contenait : aussi les poissons paraissent-ils respirer difficilement dans de l'eau très-salée. (R.)

(2) La pesanteur spécifique de l'eau du lac Ourmia n'est surpassée jusqu'ici que par celle de l'eau de la mer Morte. Suivant M. Gay-Lussac, cette dernière est égale à 1228,5. (*Ann.*, tome XI, p. 196.) M. Marcet l'avait trouvée, en 1807, de 1211. (*Trans. philos.*, 1807, p. 298.) (R.)

Eau provenant de la fonte des glaces polaires.

Dans le voisinage du Spitzberg. . . .	1000,17 1002,35
Eau provenant d'un immense *Ice-Berg* (montagne de glace).	1000,15.
Dans la baie de Baffin.	1000,15.

Remarques.

Nous allons réunir ici les conséquences que M. Marcet a déduites de l'ensemble de ses pesées.

1°. L'Océan, au *sud* de l'équateur, semble *plus salé* que dans l'hémisphère boréal; car la moyenne des pesanteurs spécifiques, dans le premier hémisphère, est à la moyenne des pesanteurs spécifiques dans le second, comme 1029,20 est à 1027,57 (1).

2°. La pesanteur spécifique moyenne des eaux de

---

(1) M. Marcet fait remarquer lui-même que douze des échantillons d'où la salure moyenne 1027,57 de l'hémisphère nord a été déduite, provenaient de latitudes très-élevées; on pourrait donc imaginer que le voisinage des glaces a contribué à diminuer un peu le résultat. Si l'on comparait la moyenne de l'hémisphère sud aux seules observations que nous avons rassemblées plus haut sous le titre d'*Hémisphère septentrional*, et qui embrassent l'espace compris entre l'équateur et le 55e degré de latitude nord, on trouverait le rapport de 1029,2 à 1028,3, et la différence serait alors dans les limites d'incertitude que ce genre d'expériences comporte. *Voyez*, au reste, à la fin de cet extrait, une note où sont discutées les observations analogues qui ont été faites pendant le 3me voyage de Cook. (R.)

l'équateur étant égale à 1027,77, ne surpasse que très-peu celle des eaux de l'hémisphère boréal; mais elle est sensiblement inférieure au résultat qu'a donné l'hémisphère austral (1).

3°. Les variations de pesanteur spécifique, dans l'eau de la mer, n'ont aucune liaison avec les longitudes.

4°. Les observations, abstraction faite de quelques circonstances locales, ne confirment pas l'opinion que l'eau de la mer est moins imprégnée de sel à la surface qu'à une grande profondeur.

5°. Les eaux de l'Océan paraissent, en général, d'autant plus salées qu'on est plus loin de terre, et que la mer a plus de profondeur. Le voisinage des glaces semble également diminuer la salure.

6°. *Les mers intérieures* sont moins salées que l'Océan, quoiqu'elles communiquent avec lui. Ceci est surtout frappant pour la Baltique et, à un moindre degré, pour *la mer Noire, la mer Blanche, la mer de Marmara et la mer Jaune.*

7°. *La mer Méditerranée* fait exception à la règle précédente et est plus salée que l'Océan, si on peut s'en rapporter aux résultats fournis par le petit nombre d'échantillons que M. Marcet a eu l'occasion d'essayer.

Pour expliquer l'excès de salure de la Méditerranée, on a supposé que la quantité d'eau douce que lui apportent les fleuves et les rivières est inférieure à ce qu'elle perd par l'évaporation; mais, en ce cas, les eaux

---

(1) Les pesées de Cook et du Dr John Davy n'indiquent pas que les eaux de l'équateur soient plus légères que celles de l'hémisphère austral. *Voyez*, à la fin de cet article, la note déjà citée. (R.)

de cette mer ne se seraient-elles pas chargées de proportions de sel de plus en plus considérables, et n'auraient-elles pas fini par se saturer presque tout-à-fait, alors même qu'on admettrait que le courant qui coule de l'Océan dans la Méditerranée par le détroit de Gibraltar, avec une vitesse de deux ou trois milles à l'heure, suffit pour remplir complètement le déficit, à moins qu'on ne suppose encore qu'une partie des eaux de la Méditerranée se décharge, à son tour, dans l'Océan? Telle est en effet l'origine de l'opinion assez généralement admise parmi les navigateurs, qu'un courant *inférieur* dirigé de l'est à l'ouest règne continuellement dans le détroit de Gibraltar. S'il était possible d'atteindre le fond dans ces parages, les questions relatives à l'existence de ce courant inférieur ne seraient pas long-temps douteuses; mais malheureusement les tentatives qu'on a faites à ce sujet n'ont point encore réussi. On sait déjà que l'eau puisée à la profondeur de 250 brasses n'est pas plus salée que l'eau de la surface; mais il est clair qu'un récipient rempli *sur le fond même* de la mer peut seul décider la question. Le fait suivant, rapporté par M. Marcet, sur l'autorité du consul anglais à Valence, semble être, au reste, une preuve suffisante de l'existence du courant inférieur : un vaisseau se perdit, il y a quelques années, à *Ceuta*, sur la côte d'Afrique; ses débris (*its wreek*) furent jetés à *Tariffa*, situé sur le continent d'Europe et plus de deux milles à l'OCCIDENT de *Ceuta* (1).

---

(1) On trouve, dans le 33me volume des *Transactions philosophiques*, années 1724 et 1725, pages 191 et 192, un

On a pu voir, dans les tables précédentes, que près des montagnes de glaces, l'eau à la surface de la mer est généralement très-légère. Dans ces circonstances, mais alors seulement, les pesanteurs spécifiques sont d'autant plus grandes qu'on descend plus bas : par-tout ailleurs, l'eau semble être également imprégnée de sel à toute profondeur. La mer de Marmara offre une exception frappante et qui mérite d'être remarquée ; car la pesanteur spécifique de l'eau prise à la surface étant représentée par 1020, celle de l'eau puisée au fond, à 34 brasses, était égale à 1028.

L'opinion que l'eau de la mer est moins salée à la surface qu'à une certaine profondeur ayant été assez

---

fait que M. Marcet paraît n'avoir pas connu, et qui semble, mieux encore que celui qu'il rapporte, pouvoir être considéré comme une démonstration de l'existence d'un courant inférieur dirigé, dans le détroit de Gibraltar, de l'est à l'ouest. Voici la traduction littérale du récit adressé par le capitaine *** au Dr Hudson :

« Dans l'année 1712, le commandant du corsaire de Mar-
» seille nommé *le Phénix*, M. *de L'Aigle*, ce capitaine si heu-
» reux dans ses entreprises, donnant chasse à un bâtiment hol-
» landais, près de la pointe de *Ceuta*, l'atteignit au milieu du
» détroit, entre *Tariffa* et *Tanger*, et le choqua avec tant de
» force que ce bâtiment coula bas immédiatement : l'équipage
» fut sauvé par les soins de M. de L'Aigle. Peu de jours après,
» le navire coulé, avec son chargement d'huile et d'eau-de-
» vie, sortit sur le rivage près de *Tanger*, *quatre lieues au
» moins à l'*OUEST de l'endroit où il avait été coulé bas ; en
» sorte que la direction de sa marche avait été précisément
» contraire à celle du courant supérieur. Aussi beaucoup de
» personnes ont-elles été persuadées par là qu'il y a, dans le

généralement adoptée jusqu'ici, on ne sera peut-être pas fâché de trouver, dans une table séparée, celles des observations de M. Marcet qui s'y rapportent (1).

Latitude.	Longitude.	Profondeur où l'eau a été puisée.	Pesanteur spécifique.
66°.50′ N.	68°.30′ O.	80 brasses.	1025,55
75.14	4.49 E.	756	1027,27
75.54	65.32 O.	80	1025,90
76.32	76.46 O.	80	1026,22
76.35	..... O.	80	1026,64
79.57	11.15 E.	34	1026,70
80.26	10.30 E.	237	1027,14 *
80.26	10.30 E.	237	1027,15 *
80.28	10.20 E.	185	1026,80 *
80.29	11. 0 E.	305	1026,84
63.49	55.38 O.	80	1026,70
45.20	45.10 O.	250	1028,16
36.0	5. 0 O.	250	1030,10

» milieu du détroit, à une profondeur considérable, un » contre-courant dirigé de l'est à l'ouest, et que probablement » une grande partie de l'eau qui se précipite vers le détroit, » retourne à l'Océan par cette route : autrement le bâtiment » en question aurait été entraîné d'abord vers *Ceuta*, et en- » suite plus avant à l'est. J'étais à Gibraltar à cette époque, » et j'y vis 100 barriques d'eau-de-vie, provenant de la car- » gaison, qui nous furent envoyées de *Tanger*; j'eus aussi » l'occasion de m'entretenir avec le capitaine du bâtiment » hollandais, et il montra au gouverneur de la place, à moi- » même et à quelques autres personnes, le lieu où le bâti- » ment avait été coulé..... L'exactitude de son récit se » trouva d'ailleurs pleinement confirmée par les Espagnols » qui avaient vu l'événement de la côte. »

(1) *Voyez* aussi, dans ces *Annales*, tomes VI et VII, pag. 426 et 79, deux notes où M. Gay-Lussac a discuté en détail cette opinion.

Pour les trois observations marquées d'un astérisque, la bouteille avait été remplie au fond même de la mer; ajoutons que la moyenne de tous ces résultats ne diffère pas sensiblement de celle qui est fournie par les bouteilles remplies à la surface, dans les mêmes parages.

Sur les proportions des matières salines contenues dans les eaux de différentes mers.

On savait depuis long-temps que les principaux sels contenus dans l'eau de mer sont le muriate de soude et le muriate de magnésie; on y avait aussi trouvé de l'acide sulfurique et de la chaux; mais ces ingrédiens y existent-ils à l'état de sulfate de soude ou de sulfate de chaux, de muriate de chaux ou de sulfate de magnésie? C'est ce qui n'avait été décidé que par de simples conjectures; car les combinaisons binaires de ces corps sont modifiées pendant l'évaporation du liquide, à cause de leurs solubilités différentes, et par l'action de la chaleur durant les opérations chimiques qu'on peut entreprendre pour résoudre la question. Ces difficultés ont été discutées avec beaucoup de soin, par le D[r] Murray, dans un Mémoire dont nous avons donné l'analyse, tome VI, p. 63 et suivantes. Suivant ce chimiste, il y a dans l'eau de mer, du :

Muriate de soude;
——— de magnésie;
——— de chaux;
Sulfate de chaux.

M. Marcet admet qu'on peut encore conserver quelques doutes sur le mode de combinaison de l'acide sul-

furique; il s'est donc uniquement attaché à déterminer séparément les proportions d'acides et de bases que le liquide renferme : ces données, indépendantes de toute théorie, pourront ensuite être combinées de la manière qui paraîtra la plus convenable. Voici donc quel était l'enchaînement de ses opérations :

1°. Détermination de la quantité de matière saline contenue dans l'eau soumise à l'expérience, cette matière étant desséchée d'une manière uniforme et à un degré déterminé; comparaison de ces ingrédiens avec la pesanteur spécifique du liquide ;

2°. Précipitation de l'acide muriatique contenu dans un poids donné d'eau, par le nitrate d'argent;

3°. Précipitation de l'acide sulfurique, d'une égale quantité de liquide, par le nitrate de baryte.

4°. Précipitation de la chaux, d'une troisième et égale portion d'eau, à l'aide de l'oxalate d'ammoniaque ;

5°. Enfin, précipitation de la magnésie contenue dans l'eau filtrée après la séparation de la chaux, à l'aide du phosphate d'ammoniaque ou de soude, avec l'addition du carbonate d'ammoniaque.

Dans cette suite d'opérations, la soude, comme on voit, est le seul ingrédient qui n'ait pas été précipité; la quantité que l'eau en renferme pourra donc, sans aucune difficulté, être déterminée par le calcul. Cette méthode est susceptible d'une grande exactitude; l'auteur s'en était déjà servi, en 1807, pour l'analyse des eaux de la mer Morte; elle a depuis été adoptée par le Dr Murray, dans le travail intéressant que nous avons déjà cité.

Le résultat général qui découle des analyses de

M. Marcet est qu'à l'exception de la mer Morte et du lac Ourmia, qui sont, à proprement parler, de simples étangs salés, l'eau de la mer, dans toutes les parties du globe, contient précisément *les mêmes ingrédiens* et *dans les mêmes proportions relatives* : en sorte que d'une mer à l'autre, on ne trouve de différence que dans la salure totale. L'eau du lac Ourmia est si près du point de saturation qu'il se dépose des cristaux aussitôt qu'on commence à la chauffer. Quoiqu'elle ne contienne pas de chaux, on y trouve vingt fois autant d'acide sulfurique et six fois autant d'acide muriatique que dans l'eau de mer ordinaire. (*Voyez* la table suivante.) M. Wollaston y a découvert quelques traces de potasse.

L'eau de la mer Jaune recueillie par le capitaine Hall a offert quelques particularités qui méritent d'être signalées. Cette eau, claire et transparente, avait une teinte jaune-verdâtre ; elle laissait échapper une odeur hépatique très-prononcée, analogue à celle d'une forte dissolution d'hydrogène sulfuré (1) ; l'argent y formait un précipité noir ; l'acide nitrique la rendait laiteuse et en précipitait du soufre ; l'ébullition en dégageait de l'hydrogène sulfuré, et il se déposait un sédiment jaunâtre composé seulement de carbonate de chaux, dans la proportion de 7 grains sur 5000 grains d'eau. L'intérieur des bouteilles avait été noirci par un dépôt opaque

---

(1) M. Fyfe a trouvé cette odeur d'hydrogène sulfuré dans de l'eau puisée par le capitaine Scoresby sous 66°.45' de latitude nord et 1°.0' de longitude est ; l'acétate de plomb y formait un précipité noir. (Edimburg, *Philosophical Journal*, 1819, t. I, p. 161.) (R.)

qui se laissait facilement enlever. Deux échantillons recueillis dans le même point ne manifestaient cependant pas ces phénomènes au même degré.

L'exemple détaillé que nous allons extraire du Mémoire de M. Marcet fera apprécier l'exactitude du moyen général d'analyse qu'il a employé ; il formera en outre la légende de la table suivante, et en montrera l'usage.

Eau recueillie au milieu de l'Océan Atlantique nord ; pesanteur spécifique = 1028,86 ; la matière saline contenue dans 500 grains de cette eau pesait 21,3 grains quand elle était desséchée jusqu'à la température de 100° centigrades.

500 grains d'eau donnèrent un précipité de 42 grains de muriate d'argent ; 100 grains de ce muriate contiennent 19,05 d'acide muriatique sec ; les 42 grains en question correspondent donc à 8 grains d'acide muriatique.

Le précipité de sulfate de baryte fourni par 500 grains d'eau pesait $3^g,85$, après avoir été chauffé à 100° centigrades ; mais en poussant la dessiccation jusqu'à la chaleur rouge, il se réduisait à $3^g,74$: or, 100 grains de sulfate de baryte renferment 34 grains d'acide sulfurique sec ; la quantité de cet acide contenue dans 500 grains d'eau de mer s'obtiendra donc par la proportion suivante : $100:34::3,74:x = 1^g,27$.

De même, l'oxalate de chaux précipité de 500 grains d'eau étant égal à $0^g,8$ desséché à la température de 100° ; et 100 parties d'oxalate contenant 39,23 de chaux pure, on trouvera, par une simple proportion, que $0^g,8$ de ce sel renferment $0^g,314$ de chaux.

Le phosphate de magnésie précipité se monte à $2^{g},7$; 100 grains de phosphate contenant 40 grains de magnésie, $2^{g},7$ ne correspondront qu'à $1^{g},08$ de cette même terre.

On trouve donc pour les quantités d'acides et de terres contenues dans 500 grains d'eau de mer et évaluées séparément, les résultats suivans :

Acide muriatique,	8 grains;
Acide sulfurique,	1,27;
Chaux,	0,314;
Magnésie,	1,08.

Il reste maintenant à combiner ces données et à recomposer, pour ainsi dire, les diverses espèces de sels qui existent dans l'eau de mer; ensuite on évaluera, par une méthode indirecte, mais la seule exacte, la quantité de soude contenue dans cette même eau. Voici la marche que M. Marcet a suivie :

On sait que le muriate de chaux se compose de 51 parties de chaux sur 49 d'acide; par conséquent les $0^{g},314$ de chaux contenus dans l'eau de mer, en se combinant à $0^{g},302$ d'acide muriatique, donneront d'abord $0^{g},616$ de muriate de chaux sec.

Le sulfate de soude sec est composé de 56 parties d'acide sur 44 de soude. Donc, $1^{g},27$ d'acide sulfurique, en se combinant avec $1^{g},01$ de soude, a dû produire $2^{g},33$ de sulfate de soude sec.

De même, le muriate sec de magnésie est formé de 58,09 d'acide muriatique et de 41,91 de magnésie: on fera donc cette proportion 41,91 : 58,09 :: 1,08 : x

= 1,497 ; cette quantité, combinée à 1,08 de magnésie, produira 2g,577 de muriate sec.

Nous sommes maintenant en mesure d'évaluer la quantité de muriate de soude contenu dans 500 grains d'eau de mer. En effet :

La chaux a absorbé en acide muriatique,	0g,302 ;
La magnésie.	1,497.
Total.	1,799.

Retranchant ce dernier nombre de 8g,00, il restera 6g,2, à-peu-près, pour le poids de l'acide muriatique combiné à la soude. Mais le muriate de soude sec est formé de 46,6 d'acide sur 53,4 de soude ; conséquemment 6g,2 d'acide se combineront avec 7g,1 d'alcali, et donneront 13g,3 de muriate.

Il semble donc que les ingrédiens élémentaires contenus dans 500 grains d'eau de mer y existent dans les proportions suivantes :

Acide muriatique,	8 grains ;
Acide sulfurique,	1,27 ;
Chaux,	0,314 ;
Magnésie,	1,08 ;
Soude 7,1 + 1,01 =	8,11.
	18,774.

Ces mêmes élémens, dans l'état de combinaison et privés tout-à-fait d'eau, donnent :

	grains.
Muriate de soude,	13,30;
Sulfate de soude,	2,33;
Muriate de chaux,	0,616;
Muriate de magnésie,	2,577.
	18,823.

Le total est moindre que le résidu salin, 21g,3, qu'on avait obtenu par la distillation de 500 grains d'eau de mer; mais il faut remarquer que ce résidu n'avait été séché que jusqu'à la température de 100° centigrades: or, à ce degré, plusieurs sels sont loin d'abandonner toute leur humidité. Pour apprécier numériquement l'influence de cette cause dans les circonstances actuelles, M. Marcet a fait les expériences directes que voici:

100 grains de muriate de chaux, séchés déjà jusqu'à 100° centigrades, ne pesaient plus que 61g,9 lorsqu'on les eut soumis à la température de l'ignition;

100 grains de muriate de magnésie, dans une expérience toute pareille, se réduisirent à 52 grains;

Les muriate et sulfate de soude bien séchés à 100° ne perdaient ensuite rien de sensible quand on les exposait à des températures plus élevées.

Si, en partant de ces données, on évalue les quantités d'humidité contenues dans les deux muriates à 100° centig., on trouvera, pour la composition de 500 grains d'eau de mer, les sels étant séchés à ce même degré, les résultats suivans:

	grains.
Muriate de soude,	13,3;
Sulfate de soude,	2,33;
Muriate de chaux,	0,975;
Muriate de magnésie,	4,955.
	21,460.

Ce nombre ne diffère plus du résidu salin 21,3 que d'une quantité qui rentre dans les limites d'erreur dont ces expériences sont susceptibles.

Le Mémoire de M. Marcet est terminé par un paragraphe de son ami le Dr Wollaston, dans lequel ce savant ingénieux décrit les expériences qui l'ont conduit à la découverte de la potasse dans l'eau de la mer : voici la traduction littérale de cet article : « Le soupçon que » j'avais conçu que la potasse devait se trouver, dans » l'eau de mer au nombre des ingrédiens, provenant de » la décomposition des plantes, qui lui sont apportés » par les rivières, est pleinement confirmé ; mes expé- » riences, ayant été faites sur des échantillons d'eau re- » cueillis dans des parages fort distans, m'autorisent à » regarder ce fait comme général.

» Il n'y a d'abord aucune difficulté à prouver la pré- » sence de la potasse à l'aide du muriate de platine. En » effet, le triple muriate de platine et de potasse est » très-soluble dans l'eau de mer ordinaire, et cepen- » dant, quand cette eau est réduite de sept huitièmes » par l'évaporation, et que les cristaux de sel commun » commencent à se séparer, le muriate de platine y dé- » termine un précipité abondant.

» Si on mêle ce précipité avec un peu de sucre et » qu'on chauffe, le platine est réduit, et le muriate de » potasse peut en être séparé puisqu'il se dissout dans » l'eau ; versant ensuite de l'acide nitrique dans ce li- » quide, on obtient des cristaux de nitrate de po- » tasse.

» J'ai fait évaporer une pinte d'eau que vous m'avez » envoyée, puisée par le capitaine Ross dans la baie de

» Baffin, à 80 brasses de profondeur, la latitude étant » 76°.32′, et la longitude 76°.46′ ouest. Quand le liquide » a été réduit à environ $\frac{1}{20}$, j'ai séparé la liqueur du sel » qui s'était formé; celui-ci a été lavé avec un peu » d'eau pure que j'ai ajoutée au liquide décanté; en » versant ensuite dans cette liqueur du muriate de » platine, j'ai obtenu un précipité jaune qui pe- » sait 12g,4.

» Comme le liquide qui surnageait ce précipité avait » un volume égal à celui des $\frac{3}{4}$ d'une once d'eau, j'es- » time qu'il retenait en dissolution trois grains, en- » viron, du triple muriate; en sorte que la quantité to- » tale de celui-ci se monterait à 15g,4. D'après des » expériences antérieures, j'estime que ce nombre cor- » respond à 3g,5 de potasse ou à 6g,4 de sulfate. » (M. Wollaston pense que c'est à l'état de sulfate que la potasse existe dans l'eau de mer.)

« Maintenant, puisque la pinte d'eau pesait à-peu- » près 7520 grains, $\frac{6,4}{7520}$, ou environ $\frac{1}{1200}$, sera la pro- » portion de sulfate de potasse qu'elle contenait; mais la » proportion de potasse pure est moindre que $\frac{1}{2000}$. » (1)

(1) M. Gay-Lussac a trouvé aussi de la potasse dans l'eau de la mer Morte. (*Annales*, t. XI, p. 197.)

Tableau *des résultats de l'analyse des eaux puisées dans différentes mers, la quantité de chacune étant supposée du poids de 500 grains.*

Nos des Expér.	Pesanteur spécifique.	Résidu de l'évaporat. de 500 gr. d'eau.	Muriate d'argent.	Sulfate de baryte.	Oxalate de chaux.	Phosphate de magnésie.	Total précip. de 500 gr. d'eau.
		gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.
1	1027,27	19,5	39,7	3,3	0,85	2,7	46,55
2	1019,7	14,15	27,9	2,4	0,7	1,8	32,8
3	1002,35	1,75	3,2	0,1	0,05	0,03	3,37
4	1027,05	19,3	38,9	3,25	0,95	2,9	46,0
5	1027,85	19,6	40,3	3,7	0,9	3,1	48,0
6	1028,19	20,6	40,4	3,75	1,0	3,2	48,3
7	1022,55	16,1	31,8	3,0	0,6	2,2	37,6
8	1014,22	10,8	19,6	1,95	0,55	1,5	23,6
9	1004,9	3,5	7,0	0,7	0,2	0,6	8,5
10	1020,28	14,11	28,4	2,65	0,4	2,35	33,8
11	1028,19	21,0	40,4	3,55	0,9	3,2	48,05
12	1028,86	21,3	42,0	3,85	0,8	2,7	49,35
13	1022,91	16,1	32,9	1,35	0,75	2,2	37,2
14	1027,3	19,7	38,5	3,6	0,8	3,0	45,9
15	1211,0	192,5	326,4	0,5	9,78	55,5	584,68
16	1165,07	111,5	237,5	66,0	0,0	10,5	425,5

N° 1. Eau de l'Océan arctique. La quantité éprouvée pesait 500 grains.

2. *Idem.* De la surface, 500 gr.

3. *Idem.* Eau de glace de mer, côte du Spitzberg, 500 gr.

4. *Idem.* A une certaine profondeur, 500 gr.

5. Vers l'équateur. Prise à la surface, 500 gr.

6. Océan Atlantique méridional, 250 gr.

7. Mer Blanche. Opéré sur 500 gr.; mais l'évaporation n'a porté que sur 250 gr.

8. Mer Noire. Opéré sur 500 gr. pour les terres, mais seulement sur 250 pour le muriate d'argent et l'évaporation de l'eau.

9. Baltique. Opéré sur 250 gr. Tous les précipités sont légèrement teints par quelque matière animale ou végétale.

10. Mer de Marmara, eau puisée à la surface, à l'entrée de l'Hellespont. On a opéré sur 500 gr., excepté pour le muriate d'argent.

11. *Idem*, eau du fond. Il s'est précipité, dans l'évaporation, un peu de carbonate de chaux, mais nullement de l'eau de la surface. 500 gr.

12. Milieu de l'Atlantique nord. Opéré sur 250 gr. pour l'évaporation de l'eau et la précipitation du muriate d'argent. Sur 500 pour les autres sels.

13. Mer Jaune. Dépôt de carbonate de chaux dans la concentration ; l'eau est jaunâtre ; elle a une forte odeur hépatique. On y trouve un peu moins de magnésie que dans les autres. 500 gr.

14. Méditerranée. Prise à Marseille, et probablement moins salée, à cause du voisinage des rivières. Opéré sur 100 gr. pour l'évaporation, et le muriate d'argent ; sur 250 pour les autres sels.

15. Mer Morte. (Voyez *Transact. philos.* de 1807.)

16. Lac Ourmia, en Perse. Echantillon apporté par le voyageur Brown. Opéré sur 100 gr. et 50 gr.

Remarques. Tous les résidus ont été séchés comme il suit : celui obtenu de l'eau par évaporation a été séché au bain-marie bouillant, jusqu'à ce qu'il ne perdît plus de son poids. Le muriate d'argent a été chauffé jusqu'à

un commencement de fusion. Le sulfate de baryte et l'oxalate de chaux, au bain-marie bouillant; le phosphate ammoniacal de magnésie a été chauffé au rouge. On n'a point employé de filtres. Les précipités ont été lavés, séchés et pesés dans les mêmes capsules de verre où ils avaient été formés, excepté le sel magnésien, qui a été chauffé au rouge au chalumeau, dans un creuset de platine très-petit et très-mince.

Sur les phénomènes qui accompagnent la congélation de l'eau de mer.

On savait depuis long-temps que l'eau provenant de la fonte des hautes masses de glace flottantes qu'on appelle des *icebergs*, est de l'eau douce très-pure : ces masses, en effet, doivent leur origine à la neige fondue et sont entraînées, de temps à autre, des vallées vers la mer, ou par leur propre poids ou par les pluies et les torrens. La table précédente des pesanteurs spécifiques confirme cette opinion, et montre de plus que les vastes plaines de glace (*ice fields* ou *floes*) provenant de la congélation de la surface même de la mer, donnent, par la fusion, une eau plus pure que celle de la plupart des sources ou des rivières. L'eau de la mer abandonne donc, dans l'acte de la congélation, la plus grande partie, sinon la totalité, du sel qu'elle tenait en dissolution (1). Nairne avait déjà reconnu ce fait, dès 1776,

(1) M. Marcet est disposé à croire que la séparation du sel et de l'eau s'effectue en grande partie avant que la glace se forme ; mais le fait sur lequel il fonde cette opinion ne nous paraît pas entièrement convaincant : ne serait-il pas possible, en effet, que l'eau de 1000,17 de pesanteur spéci-

par des expériences directes (*Transact. phil.*, vol. LXVI, p. 249) ; celles que M. Marcet rapporte offrent quelques nouvelles particularités : nous allons les faire connaître.

Suivant Nairne, la congélation de l'eau de mer ordinaire a lieu à la température de — 1°,94 centigrade : M. Marcet trouve — 2°,2 (1).

---

fique que le lieutenant Franklin a puisée une fois à la surface de la mer, au milieu des glaces, provînt originairement de la fonte de celles-ci ? (R.)

(1) M. Blagden a reconnu, par des expériences directes, que si un poids donné d'un sel quelconque, en se dissolvant dans l'eau, abaisse le terme naturel de la congélation de ce liquide d'un certain nombre de degrés, un poids double du même sel l'abaissera du double, un poids triple produira un effet triple, et ainsi de suite. Voici, pour le muriate de soude, les résultats comparatifs du calcul et de l'expérience :

PROPORTIONS de sel ajoutées à un poids donné d'eau.	DEGRÉS de congélation déterminés par l'expérience.	DEGRÉS de congélation. calculés.
$\frac{10}{320}$	— 1°,9	— 1°,9
$\frac{10}{240}$	— 2,5	— 2,6
$\frac{10}{160}$	— 3,7	— 3,9
$\frac{10}{100}$	— 5,8	— 6,2
$\frac{10}{78}$	— 7,5	— 7,9
$\frac{10}{62}$	— 10,3	— 10,0
$\frac{10}{50}$	— 12,5	— 12,5
$\frac{10}{45}$	— 13,8	— 13,9
$\frac{10}{40}$	— 15,6	— 15,6

Tous les nombres de la troisième colonne sont déduits du résultat de la dernière expérience, et l'on voit qu'ils justi-

Le premier de ces physiciens avait reconnu que si l'eau de mer était garantie de toute agitation, elle pourrait descendre de plusieurs degrés au-dessous du terme de la congélation, et se conserver cependant fluide.

En refroidissant de l'eau de mer dont la pesanteur spécifique était 1026, sous le récipient d'une machine pneumatique, par le procédé de M. Leslie, le Dr Marcet parvint une fois à abaisser sa température jusqu'à $-7^{\circ},3$ centigrades sans qu'elle se congelât; mais à l'instant où la solidification de l'eau commença à se manifester, le thermomètre remonta subitement à $-2^{\circ},2$.

Dans les expériences de Nairne, les pesanteurs spécifiques de diverses espèces d'eaux étaient comme il suit :

Eau de mer	1026
Eau provenant de la fonte du glaçon produit par la congélation d'une partie de l'eau de mer précédente.	1001
Eau de pluie distillée	1000
Eau de pluie et de neige.	1002
L'eau de mer qui était restée fluide au fond du vase où la congélation s'était effectuée.	1029

---

fient complètement la loi en question. En calculant, d'après ces mêmes données, le terme de la congélation de l'eau de mer, dans la supposition qu'elle ne contînt que les $\frac{13}{486}$ de son poids en muriate de soude, on trouverait $-1^{\circ},7$. Ce nombre est un peu inférieur à celui que l'expérience a fourni, et l'on devait s'y attendre, puisque, outre le muriate de soude, l'eau de mer tient encore en dissolution, ainsi qu'on l'a vu plus haut, des proportions sensibles de muriate de magnésie et de sulfate de soude. (R.)

On voit, par ces résultats, que l'eau de mer avait abandonné, en se congelant, la presque totalité du sel qu'elle tenait en dissolution; les expériences *faites dans le vide*, par M. Marcet, ont offert une séparation moins complète.

L'eau sur laquelle ce dernier chimiste opérait avait primitivement, pour pesanteur spécifique . . 1026

Celle de l'eau provenant de la fonte du glaçon était encore. 1015

Enfin, la pesanteur spécifique du liquide qui avait résisté à la congélation surpassait 1035

La séparation plus ou moins complète du sel et de l'eau semble donc dépendre de la rapidité avec laquelle la congélation s'opère; et ceci explique pourquoi les divers échantillons de glace recueillis en pleine mer ne donnent pas tous de l'eau également pure.

L'eau pure présente, comme on sait, ce phénomène remarquable que le *maximum* de densité n'a pas lieu au terme de la congélation, mais bien aux environs de $+4°$ centigrades. M. Marcet a cherché si l'eau de mer n'offrirait pas quelque chose d'analogue; il a employé pour cela deux méthodes :

Dans la première, on abaissait graduellement la température du liquide avec des mélanges réfrigérens, et on déterminait sa pesanteur spécifique pour chaque degré du thermomètre. Il est difficile de parvenir ainsi à des résultats d'une exactitude rigoureuse; néanmoins ceux que M. Marcet a obtenus conduisent tous à la conclusion que l'eau de mer se contracte jusqu'au moment même de sa congélation.

Dans la seconde méthode, M. Marcet substitua l'évaluation des volumes à celle des poids.

L'appareil se composait d'un matras à long col dans l'intérieur duquel était placé un thermomètre très-sensible; un tube gradué d'un calibre uniforme et connu s'ajustait au col du matras; le tout était rempli d'eau de mer en assez grande quantité pour qu'une petite portion de liquide vînt occuper un certain nombre de divisions du tube calibré; l'expérience se faisait ensuite en plaçant le matras enveloppé de coton ou de toute autre substance peu conductrice, dans un récipient dont les parois touchaient à des mélanges réfrigérens : l'eau se refroidissait ainsi très-lentement, et sa température était continuellement indiquée par le thermomètre intérieur; quant à ses changemens de volume, les excursions du liquide dans le tube gradué en donnaient la mesure, abstraction faite toutefois des variations de capacité du récipient.

Dans quatre expériences faites suivant cette méthode, et qui ne diffèrent pas sensiblement l'une de l'autre, M. Marcet a vu de l'eau de mer ayant 1027 de pesanteur spécifique, se contracter graduellement, quoiqu'en progression décroissante, à mesure que la température diminuait, jusqu'à — 5°,6 centigrades; passé ce terme, l'eau *paraissait* éprouver une légère dilatation; enfin, à la température de 7 ou 8 degrés centigrades au-dessous de zéro, l'eau, en se congelant, augmentait de volume (1), et le thermomètre remontait à — 2°,2.

---

(1) M. Marcet évalue la dilatation produite par la congélation de l'eau de mer à 7,1 pour cent du volume primitif.

deux soupapes du Dr Irving, soit une machine ingénieuse imaginée par M. Marcet, mais qui ne peut servir que lorsqu'on atteint le fond, et plongeaient le thermomètre dans cette eau après l'avoir amenée à la surface : on doit convenir qu'il est difficile alors d'apprécier les changemens de température qu'éprouve l'appareil en traversant tant de couches liquides : remarquons cependant que si cette cause d'erreur a pu avoir une influence sensible, elle a dû tendre seulement *à diminuer,* dans chaque expérience, les différences entre les températures du fond et celles de la surface; mais que ces différences doivent exister *dans l'ordre* indiqué par les observations. Voyons maintenant ce qu'on a trouvé dans la baie de Baffin.

En septembre 1818, par 66°.50′ de latitude nord et 68°.30′ de longitude occidentale comptée de Greenwich, le capitaine Ross a trouvé les résultats suivans :

Profondeur en brasses.	Température centigrade.	
0	+ 0°,6	La température de l'air était alors + 2°,2.
80	— 1,1	
200	— 1,7	
400	— 1,9	
670	— 3,9	

Le capitaine Sabine, qui était embarqué avec le capitaine Ross, a fourni à M. Marcet la table suivante :

DATES.	LATITUDE.	LONGITUDE.	PROFONDEUR en brasses.	TEMPÉRATURES Au fond	A la surface.	Dans l'air.	REMARQUES.
23 mai.	59° N.	44° O.	80	+ 2°,7	+ 3°,9	+ 4°,4	Point de fond.
3 août.	76	63	415	— 1,7	+ 1,1	+ 3,3	Fond à 430 brasses.
14	76	66	422	— 1,2	0,0	+ 3,3	Fond à 450 brasses.
—	—	—	200	— 1,1	0,0	+ 3,3	....
24	77	78	240	— 1,4	— 0,3	+ 0,6	....
25	76	78	54	— 1,4	+ 0,3	— 0,3	Fond à 56 brasses.
29	75	77	170	— 0,6	+ 2,2	+ 1,1	Fond à 170 brasses.
30	74	79	235	— 1,5	+ 2,5	+ 2,8	Point de fond.
5 sept.	73	74	190	— 1,0	+ 1,7	+ 1,9	Fond à 190 brasses.
6	72	73	246	— 1,1	+ 2,2	+ 2,8	Point de fond.
7	72	71	1000	— 1,8	+ 1,7	+ 0,6	Fond à 1000 brasses.
19	67	61	100	— 1,1	+ 0,6	+ 1,7	Fond à 750 brasses.
Id.	*Id.*	*Id.*	200	— 1,7	+ 0,6	+ 1,7	
Id.	*Id.*	*Id.*	400	— 1,7	+ 0,6	+ 1,7	
Id.	*Id.*	*Id.*	680	— 3,6	+ 0,6	+ 1,7	
26	66	60	310	— 1,7	+ 1,1	+ 2,2	Fond à 370 brasses.
4 oct.	60	58	900	— 2,1	+ 4,4	+ 2,8	Point de fond.
27	61	7	470	+ 8,3	+ 9,6	+ 10,2	Point de fond.

Il résulte incontestablement du tableau précédent, que, dans la baie de Baffin, la température de l'eau de la mer *est d'autant moindre* qu'on descend plus profondément. Examinons maintenant ce que vont donner les observations faites, à la même époque, dans les mers du Spitzberg.

DATES.	LATIT.	LONGIT.	PROFOND. en brasses.	TEMPÉRATURES			OBSERVATIONS.
				Au fond.	A la surface.	Dans l'air.	
20 juin.	80°	11° 1/2 E.	24	— 0,6	— 0,3	— 1,1	Le navire entouré de glaces.
21	80	»	19	— 0,6	— 1,1	— 1,1	*Idem.*
22	80	»	33	— 0,6	— 1,1	— 1,1	*Idem*, à peu de distance de terre.
23	80	10 1/4	21	+ 0,1	— 0,3	— 1,1	*Idem*, à côté de terre.
25	80	»	17	+ 1,1	+ 0,6	+ 1,1	A 6 milles de terre, point de glace.
26	80	9 1/2	15	+ 1,1	+ 1,1	+ 1,7	A quelques milles du bord des glaces.
27	80	10	72	+ 1,4	+ 1,1	+ 2,2	Quelques masses de glace flottantes.
29	80	10 1/4	17	+ 1,1	+ 1,1	+ 3,9	Près de terre, entre deux îles.
8 juil.	80 1/3	11 1/2	120	+ 2,2	+ 0,6	+ 1,7	A 11 ou 12 lieues de terre, le bâtiment pris dans les glaces.
9	80 1/2	11 1/2	120	+ 2,2	— 0,6	+ 1,7	*Idem.*
11	80 1/3	10 1/2	120	+ 2,2	0,0	+ 4,4	Entouré de glaces.
13	80 1/3	11	145	+ 2,2	0,0	+ 2,2	*Idem.*
13	80 1/3	11	237	+ 2,0	— 0,2	+ 4,4	*Idem.*
16	80 1/2	11 1/3	173	+ 2,5	0,0	+ 5,9	*Idem.*
18	80 1/2	10 1/2	505	+ 2,2	+ 0,2	+ 2,[illegible]	. . . .
23	80 1/4	11 1/2	73	+ 2,6	+ 0,2	+ 2,8	Les glaces se séparent.
10 sept.	75 1/4	4	756	+ 2,2	+ 1,7	+ 2,8	Mer libre.
24	66 1/2	5 1/2	260	+ 5,3	+ 6,1	+ 7,0	A 300 milles des terres et des glaces.

Pour toutes les observations de ce second tableau, si l'on en excepte les deux dernières, l'eau avait été puisée au fond même de la mer.

On voit, par cette table dont M. Marcet est redevable au lieutenant Franklin, que, dans le voisinage du Spitzberg, sous le 80me degré de latitude, la température de la mer est *plus grande* au fond qu'à la surface; les observations du lieutenant Beechy et de l'astronome Fischer, qui faisaient, l'un et l'autre, partie de la même expédition, conduisent aussi à ce résultat (1). M. Marcet n'a pas cherché à expliquer comment il arrive que, dans deux mers presque contiguës et soumises aux mêmes vicissitudes de températures annuelles, la couche chaude se trouve, dans l'une, à la surface, et dans l'autre, précisément au fond.

---

(1) M. Marcet cite, à l'appui des observations recueillies dans la baie de Baffin, le résultat d'une expérience du capitaine Phipps, qui trouva, en 1773, pour la température de la mer, à 680 brasses de profondeur, $+2°,4$ centig., pendant que le thermomètre à la surface marquait $+7°,2$, et dans l'air $+8°,0$; mais, si je ne me trompe, cette expérience n'a pas été faite, comme M. Marcet le suppose, dans la baie de Baffin, mais bien entre la Norwège et l'Islande, par 65° de latitude nord et 0°.12′ de longitude ouest de Greenwich; elle concourt donc à montrer avec la dernière expérience de la table précédente, que l'anomalie observée sur la côte du Spitzberg n'existe déjà plus dans le parallèle de l'Islande. Une remarque qui n'aura pas échappé au lecteur, c'est qu'au Spitzberg, par 80° de latitude, le fond de la mer est d'environ 3° centigrades plus chaud que dans la baie de Baffin, quoiqu'ici la latitude soit de 5° ou 6° degrés moindre. (R.)

Addition.

J'ai cherché à confirmer les résultats obtenus par M. Marcet sur les pesanteurs spécifiques, en me servant d'observations différentes de celles qu'il a employées : voici les nombres auxquels je suis arrivé :

21 pesées faites par le Dr John Davy, *au nord de l'équateur,* dans son dernier voyage à Ceylan, donnent pour la pesanteur spécifique moyenne des eaux de *notre hémisphère* 1026,6

Les résultats extrêmes étaient 1025,0 et 1027,7.

13 pesées faites *au sud de l'équateur* donnent pour la pesanteur spécifique moyenne des eaux de l'*hémisphère austral* 1025,8

Extrêmes, 1025,1 et 1026,4.

16 pesées faites entre les tropiques donnent, pesanteur spécifique 1026,9

Extrêmes, 1025,3 et 1027,7.

(*Voyez* ces *Annales,* tome VII, page 49.)

L'eau recueillie par M. Lamarche, dans sa traversée de Brest à Rio-Janeiro, et que M. Gay-Lussac a pesée (voyez *Annales,* tome VI, p. 426), a conduit aux résultats suivans : (toutes les bouteilles, quatre exceptées, avaient été remplies entre les tropiques.)

Pesanteur spécifique moyenne des eaux de l'*hémisphère nord*. . . . . 1028,2.

Extrêmes, 1027,5 et 1029,4.

Pesanteur spécifique moyenne des eaux de l'*hémisphère sud*. . . . . 1029,1.

Extrêmes, 1028,6 et 1029,7.

Ces derniers résultats sont assez conformes à ceux de M. Marcet ; mais il n'en est pas de même des évaluations que M. Davy a obtenues ; celui-ci a pesé l'eau immédiatement après l'avoir puisée, ou peu de temps après ; cette circonstance suffirait-elle pour expliquer pourquoi ses pesanteurs sont généralement les plus faibles ? L'eau contenue dans quelques-unes des bouteilles de M. Marcet, si elles ont été imparfaitement bouchées, aura-t-elle éprouvé avec le temps un commencement de concentration ? Si ce doute, que j'emprunte à M. Marcet lui-même, avait quelque fondement, il répandrait un peu de louche sur les résulats de tout son travail.

Pendant le troisième voyage de Cooke, l'astronome de l'expédition détermina, dans un grand nombre de parages, la salure de l'eau de la mer, en se servant d'un appareil qui lui avait été donné par Cavendish ; ces observations, dont M. Marcet paraît n'avoir pas eu connaissance, peuvent évidemment remplacer celles des pesanteurs spécifiques ; on les trouve dans l'ouvrage de Bayly intitulé : *The original astronomical observations made in the course of a voyage to the northern Pacific Ocean, etc.*, à la page 345 ; elles m'ont conduit aux résultats moyens que je vais rapporter.

Hémisphère nord. 26 expériences faites dans des points compris entre l'équateur et 70°15′ de latitude, et par des longitudes qui ont varié depuis 169°.20′ ouest jusqu'à 171° est de Greenwich, donnent pour la salure moyenne, évaluée en poids :

Bouteille *A*,	0,0346 ;
Bouteille *B*,	0,0353 ;
Moyenne,	0,0350.

Hémisphère sud. 22 expériences faites depuis l'équateur jusqu'à 48°.30′ de latitude, entre 179°.35′ de longitude ouest et 159°.30′ de longitude est, donnent ces résultats moyens :

Bouteille *A*,	0,0357 ;
Bouteille *B*,	0,0365 ;
Moyenne,	0,0361.

Les extrêmes, au nord de l'équateur, si on néglige deux ou trois observations dont nous n'avons pas tenu compte dans le calcul des moyennes parce qu'elles ont été faites à l'embouchure des rivières ou dans le voisinage de montagnes de glace, sont :

Pour la bouteille *A*,	0,0309 et 0,0380 ;
Pour la bouteille *B*,	0,0322 et 0,0387.

Dans l'hémisphère austral, le moindre résultat qu'on ait trouvé avec la bouteille *A* est 0,0328, et le plus grand 0,0372 ; les extrêmes fournis par la bouteille *B* sont 0,0347 et 0,0386.

Les différences qu'on remarque entre les résultats fournis par les bouteilles *A* et *B* indiquent le degré d'exactitude auquel il était possible d'atteindre avec l'appareil dont se servait Bayly ; car l'eau des deux bouteilles était toujours puisée au même instant ; cette exactitude est d'environ *une unité* sur le second chiffre significatif : je ne sais pas si, après cela, on se croira autorisé à conclure de la différence du même ordre qu'on trouve entre les deux moyennes 0,0350 et 0,0361, que l'hémisphère boréal est un peu moins salé que l'hémisphère opposé.

En calculant les moyennes des seules observations faites entre les tropiques, par des longitudes très-variées, j'ai trouvé les nombres suivans :

Au nord de l'équateur.

Bouteille *A*, 8 observations, salure moyenne.	0,0360;
Boutelle *B*, 8 observations.	0,0364;
Milieu.	0,0362.

Au sud de l'équateur.

Bouteille *A*, 9 observations, salure moyenne.	0,0359;
Bouteille *B*, 9 observations	0,0365;
Milieu	0,0362.

L'ensemble de toutes les observations recueillies dans l'Océan Atlantique donne, pour la salure moyenne de cette mer :

Bouteille *A*, 18 observations.	0,0365;
Bouteille *B*, *idem*.	0,0366;
Moyenne.	0,0366.

Les observations faites dans le grand Océan, depuis le cap Horn et le cap de Bonne-Espérance jusqu'au Kamtchatka, donnent :

Bouteille *A*, 32 observations, salure moyenne.	0,0342;
Bouteille *B*, 32 observations	0,0352;
Moyenne.	0,0347.

Ces derniers nombres sembleraient indiquer que l'eau de mer, dans l'Océan Atlantique, est un peu plus riche en sel que dans le grand Océan : la longitude aurait donc ici une petite influence.

Tous les résultats que nous avons discutés présentent, dans quelques points, des discordances qui ne peuvent pas être uniquement attribuées aux incertitudes des expériences; il y a donc en pleine mer, de temps à autre, des bandes ou des espèces de rivières d'eau plus ou moins salées : il est vrai que l'agitation des vagues ramène bientôt le tout à l'uniformité; en sorte que, en masse, on peut admettre que les eaux de l'Océan sont à très-peu près également chargées de substances salines sur tout le globe. (R.)

EXTRAIT *des Séances de l'Académie royale des Sciences.*

Séance du lundi 4 octobre 1819.

M. VALLOT, de l'Académie de Dijon, envoie un écrit en latin faisant suite à un Mémoire que l'Académie avait déjà reçu.

M. Gay-Lussac, au nom d'une commission, fait un rapport sur un Mémoire où M. Vicat a décrit les moyens de fabriquer des pouzzolanes artificielles comparables aux meilleures pouzzolanes d'Italie.

Nous ferons connaître plus particulièrement le travail de M. Vicat dans un article détaillé que nous nous proposons de publier bientôt sur la fabrication des mortiers, des bétons et des pouzzolanes.

M. Dupetit-Thouars lit un exposé des efforts qu'il a faits pour recueillir tous les produits de ses voyages.

M. Duverger lit un *Mémoire sur une nouvelle lampe portative.* (Il sera fait un rapport à ce sujet.)

M. Viard adresse des supplémens aux Mémoires qu'il avait présentés dans une des dernières séances.

Séance du lundi 11 *octobre.*

M. Marqués Victor adresse à l'Académie un *Recueil d'observations météorologiques faites à Toulouse, pendant plusieurs années consécutives.* Nous publierons un extrait de cet intéressant travail.

M. Molard, au nom d'une commission, entretient l'Académie d'une machine imaginée par MM. Porlier et Durieux pour fabriquer du papier sans fin. Les auteurs ayant desiré que cette machine ne fût pas publiquement décrite, M. Molard s'est contenté d'annoncer qu'elle fonctionne bien, et que les moyens à l'aide desquels on a vaincu les difficultés propres à ce genre de travail sont très-ingénieux.

M. Chomel lit un *Mémoire sur un fait singulier de médecine-pratique.* Des commissaires sont nommés pour l'examiner.

M. Stephenson lit un *Mémoire sur une opération chirurgicale très-difficile qu'il a subie lui-même.* (Nous ferons connaître l'opinion des commissaires.)

Séance du lundi 18 *octobre.*

On lit un rapport de M. Dupin sur un Mémoire intitulé : *Essai sur l'art de la navigation par la vapeur*, dont M. Gilbert, ingénieur de la marine, est l'auteur.

Cet ouvrage de M. Gilbert vient d'être publié ; nous essaierons, dans une autre circonstance, d'en extraire

les parties qui nous paraîtront susceptibles d'intéresser les lecteurs des *Annales*. Il est fort à desirer que sur cette question, comme sur tant d'autres, on ne se borne pas, en France, à de simples spéculations théoriques, et que la navigation par la vapeur s'introduise enfin chez nous, et y acquière tous les développemens dont elle paraît susceptible (1).

M. Dupin annonce que M. Watt fils vient de construire sur la Tamise un bateau à vapeur qui traîne à la remorque un vaisseau de 74, et lui fait faire 5 milles $\frac{1}{2}$ à l'heure. La force de la machine à vapeur du bateau remorqueur est de soixante chevaux.

M. Percy fait un *rapport sur une espèce de mannequin anatomique* qui avait été présenté par M. Ameline, médecin à Caen.

L'Académie décide à l'unanimité qu'il y a lieu à nommer un associé étranger à la place que la mort de M. Watt a laissé vacante.

M. Saint-Aubin continue la lecture de son *Mémoire d'économie politique*.

Séance du lundi 25 octobre.

Le Ministre de l'Intérieur adresse une copie de l'Ordonnance qui autorise l'acceptation d'une rente annuelle de 500 francs, offerte par un anonyme, pour la fondation d'un prix en faveur de celui qui aura inventé

---

(1) On vient de publier la liste des bateaux à vapeur employés maintenant dans le Mississipi et ses affluens. Leur nombre est de 35, et ils portent ensemble 7259 tonneaux; l'*Ohio* seul est un bateau de 443 : on compte en outre vingt bateaux en construction, dont la charge se montera à 5995 tonneaux.

ou perfectionné de la manière la plus sensible les instrumens utiles à l'agriculture, aux arts mécaniques et aux sciences spéculatives.

On reçoit un *Mémoire* de M. Faveret, horloger à Vésoul, *sur les moyens d'obtenir sur la même pendule l'indication du temps sidéral et du temps solaire moyen.*

M. le Comte de Thiville lit un Mémoire intitulé : *Observations sur quelques erreurs en physique.* (On a nommé des commissaires pour en rendre compte.)

La commission nommée au scrutin, qui présentera des candidats pour la place vacante d'associé étranger, se compose de MM. Laplace, Delambre, Arago, pour les Sections mathématiques, et de MM. Cuvier, Lacépède et Gay-Lussac pour les Sections physiques.

Séance du lundi 3 novembre.

M. Morel lit un *Mémoire sur la musique et l'audition.* Il sera fait un rapport à ce sujet.

M. Bertin commence la lecture d'un *Mémoire sur les maladies du cœur.*

La commission nommée dans la dernière séance présente la liste suivante de candidats pour la place d'*associé étranger* vacante par la mort de M. Watt :

MM. Davy, à Londres ; Gauss, à Gottingue ; Wollaston, à Londres ; Berzelius, à Stockholm ; Olbers, à Brème ; Th. Young, à Londres, Léopold de Buch, à Berlin ; Brown, à Londres.

La Section d'Economie rurale présente la liste suivante de candidats pour la place de correspondant vacante par la mort de M. Brugnone :

MM. Buniva, à Turin ; Wolstein, à Altona ; Collmann, à Londres ; Knoblach, à Vienne ; Dalton, à Hambourg.

JOURS.	9 HEURES DU MATIN			MIDI.			3 HEURES DU SOIR.			9 HEURES DU SOIR.			THERMOMÈTRE.		ÉTAT DU CIEL à midi.	VENTS
	Barom. à 0°.	Therm extér.	Hygr.	Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	maxim.	minim.		
1	751,16	+ 7,8	96	750,08	+ 8,2	98	740,05	+ 8,8	97	748,06	+ 8,8	98	+ 8,8	+ 7,5	Pluie continuelle	E.
2	748,25	+ 8,5	96	748,29	+ 8,0	96	748,69	+ 7,8	96	751,70	+ 7,5	96	+ 8,5	+ 7,5	Pluie fine.	E.
3	756,60	+ 5,8	89	758,04	+10,2	60	758,61	+ 9,0	58	760,30	+ 2,3	96	+10,2	+ 1,2	Nuageux.	O.
4	760,24	+ 1,0	89	759,62	+ 6,8	80	758,44	+ 7,9	59	757,13	+ 3,7	90	+ 7,9	— 1,2	Beau.	O.
5	752,42	+ 1,5	92	751,07	+ 4,5	89	750,25	+ 5,5	82	751,53	+ 3,8	92	+ 5,5	— 0,2	Couvert.	O. faible
6	751,27	+ 8,8	98	750,90	+11,0	96	750,22	+12,5	78	749,47	+10,5	90	+12,5	+ 8,2	Pluie par intervalles.	S. O.
7	748,23	+ 8,8	95	748,30	+ 9,8	89	748,62	+ 9,5	58	749,10	+ 7,1	98	+ 9,8	+ 6,8	Couvert.	S. O.
8	746,24	+ 7,5	97	745,25	+ 7,8	92	744,10	+ 7,0	94	748,22	+ 5,3	92	+ 7,9	+ 5,0	Pluie abondante.	S.
9	756,00	+ 5,2	92	756,20	+ 7,9	72	755,90	+ 7,5	61	755,27	+ 3,6	84	+ 7,9	+ 3,2	Nuageux.	O.
10	748,00	+ 5,1	90	746,63	+ 6,0	89	743,48	+ 6,2	90	742,86	+ 6,5	98	+ 6,5	+ 4,7	Couvert.	S. fort.
11	745,16	+ 8,2	96	746,32	+ 9,4	90	747,28	+ 8,5	96	749,93	+ 7,4	96	+ 9,4	+ 6,7	Couvert, brouillard.	S. O.
12	752,71	+ 5,2	86	752,28	+ 6,2	77	751,25	+ 5,8	72	750,80	+ 4,6	80	+ 6,3	+ 4,5	Couvert, brouillard	E. N. E.
13	747,43	+ 1,5	94	747,84	+ 1,5	96	747,38	+ 2,6	90	749,20	+ 2,5	97	+ 2,6	+ 0,5	Pluie et neige.	N.
14	752,35	+ 3,8	92	752,67	+ 5,0	79	753,07	+ 4,5	77	754,18	+ 2,3	93	+ 5,0	+ 2,0	Couvert, brouillard.	S. S. E.
15	754,86	+ 2,5	92	754,31	+ 4,8	83	752,92	+ 4,9	85	752,14	+ 2,7	95	+ 4,9	+ 1,5	Couvert, brouillard.	S. S. O.
16	748,17	+ 2,5	96	747,00	+ 3,8	92	745,33	+ 4,2	88	743,30	+ 4,5	97	+ 4,5	+ 1,7	Couvert, brouillard.	S.
17	747,40	+ 4,4	96	749,00	+ 7,1	78	749,34	+ 8,1	84	751,80	+ 7,1	92	+ 8,1	+ 2,5	Couvert, brouillard.	S. S. E.
18	753,90	+ 4,0	91	753,46	+ 6,4	79	752,98	+ 5,8	79	754,50	+ 4,4	76	+ 6,4	+ 3,8	Nuageux.	N. E.
19	754,78	+ 3,2	84	754,68	+ 5,0	78	754,08	+ 4,8	80	754,22	+ 3,2	88	+ 5,0	+ 2,9	Couvert, brouillard.	N. E.
20	753,06	+ 3,2	96	752,22	+ 4,2	84	751,65	+ 4,7	85	745,77	+ 4,5	94	+ 4,8	+ 2,5	Couvert, brouillard.	S. O.
21	738,53	+ 5,2	92	738,44	+ 7,0	79	738,85	+ 5,8	80	741,60	+ 4,3	95	+ 7,0	+ 4,0	Quelques éclaircies.	O.
22	747,20	+ 3,5	84	747,18	+ 5,4	76	747,50	+ 5,8	69	749,36	+ 1,8	95	+ 5,8	+ 1,2	Nuageux.	O.
23	751,60	+ 1,2	97	753,96	+ 3,2	90	755,04	+ 3,2	70	755,64	+ 1,5	80	+ 3,3	+ 0,7	Nuageux.	O.
24	755,35	+ 1,0	96	756,58	+ 0,8	90	757,20	+ 2,9	76	758,10	+ 3,7	89	+ 3,8	+ 0,8	Couvert, brouillard.	N. O.
25	758,75	+ 5,2	92	758,82	+ 7,0	84	758,40	+ 7,2	78	757,00	+ 1,6	88	+ 7,3	+ 0,7	Quelques éclaircies.	O. N. O.
26	747,06	+ 0,8	99	747,62	+ 1,0	99	749,42	+ 1,5	96	753,40	+ 0,8	96	+ 1,4	+ 0,4	Neige continuelle.	E.
27	756,14	+ 1,2	88	756,28	+ 2,5	97	756,20	+ 3,5	96	757,12	+ 2,2	97	+ 3,5	+ 1,0	Pluie fine.	O.
28	757,40	+ 1,0	98	757,27	+ 2,0	97	756,83	+ 1,5	95	756,84	+ 3,5	99	+ 3,5	+ 0,8	Brouillard épais.	S.
29	754,60	+ 4,9	98	754,96	+ 8,0	97	754,96	+ 8,5	96	755,64	+ 8,0	96	+ 8,5	+ 4,0	Couvert.	S. O.
30	756,10	+ 6,4	96	755,38	+ 8,8	96	753,80	+ 9,6	82	752,07	+ 7,0	88	+ 9,6	+ 5,8	Nuageux.	S.
1	751,84	+ 6,0	93	751,44	+ 8,0	86	750,74	+ 8,2	80	751,36	+ 5,9	93	+ 8,5	+ 4,3	Moyennes du 1 au 10.	
2	750,98	+ 3,8	92	750,98	+ 5,3	84	750,53	+ 5,4	84	750,58	+ 4,3	91	+ 5,7	+ 2,9	Moyennes du 11 au 20.	
3	752,27	+ 3,0	94	752,65	+ 4,6	90	752,82	+ 4,9	84	753,68	+ 3,4	92	+ 5,4	+ 1,9	Moyennes du 21 au 30.	
	751,70	+ 4,3	93	751,69	+ 6,0	87	751,36	+ 6,2	83	751,87	+ 4,5	92	+ 6,5	+ 3,0	Moyennes du mois	+ 4,8.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES. *Novembre 1819.*

MÉMOIRE

Sur l'Application du calcul des probabilités aux observations, et spécialement aux opérations du nivellement.

PAR M. DE LAPLACE.

(Lu à l'Académie des Sciences le 20 décembre 1819.)

DANS les grandes triangulations que l'on a exécutées pour la mesure de la terre, on a observé avec soin les distances zénithales des signaux, soit pour réduire les angles à l'horizon, soit pour déterminer les hauteurs respectives des stations diverses. La réfraction terrestre a sur ces hauteurs une grande influence, et sa variabilité les rend fort incertaines. Je me propose ici d'apprécier la probabilité des erreurs dont elles sont susceptibles.

La théorie des réfractions nous montre que, dans une atmosphère constante, la réfraction terrestre est un aliquote de l'arc céleste compris entre les zéniths de l'observateur et du signal observé; en sorte que, pour l'obtenir, il suffit de multiplier cet arc par un facteur qui serait constant si l'atmosphère était toujours la même, mais qui varie sans cesse, à raison des changemens continuels de la température et de la densité de l'air. Un grand nombre d'observations peut donner la valeur moyenne de ce facteur et la loi de probabilité de ses variations. J'ai conclu l'une et l'autre des observations de M. Delambre, publiées dans le second volume

de son ouvrage intitulé : *Base du système métrique.* En partant de ces données, j'ai déterminé la probabilité des erreurs de la hauteur de Paris au-dessus de la mer, dans l'hypothèse d'une chaîne de vingt-cinq triangles équilatéraux qui unirait Dunkerque et Paris ; ce qui suppose environ vingt mille mètres de longueur à chacun de leurs côtés. On peut obtenir cette hauteur par divers procédés ; mais celui dans lequel la loi de probabilité des erreurs est le plus rapidement décroissante doit être préféré comme étant le plus avantageux. Sa recherche est un corollaire facile de l'analyse que j'ai donnée ailleurs pour tous ces objets ; et il en résulte qu'il y a neuf à parier contre un que l'erreur sur la hauteur de Paris au-dessus de la mer n'excéderait pas alors huit mètres. Le procédé que M. Delambre a suivi pour conclure cette hauteur, d'un nombre à-peu-près égal de triangles, est un peu moins exact que le précédent ; mais c'est principalement la grandeur des côtés de plusieurs de ses triangles qui répand sur son résultat de l'incertitude, et qui ne permet pas de répondre, avec une probabilité suffisante, qu'il n'est pas en erreur de seize ou dix-huit mètres ; ce qui en forme une partie considérable.

Les erreurs également probables diminuent beaucoup quand on rapproche les stations, et il est indispensable de le faire lorsqu'on veut obtenir un nivellement exact. Les grands triangles très-propres à la mesure des degrés terrestres ne conviennent point à la mesure des hauteurs, et il est nécesaire de séparer ces deux espèces de mesures. Mais en multipliant les stations, l'erreur qui tient à l'observation des angles zénithaux augmente par leur nombre, et devient comparable à l'erreur

qui dépend de la variabilité de la réfraction terrestre. Cela m'a donné lieu de rechercher la loi de probabilité des erreurs des résultats lorsqu'il y a plusieurs sources d'erreur. Tels sont la plupart des résultats astronomiques; car on observe les astres au moyen de deux instrumens, la lunette méridienne et le cercle, tous deux susceptibles d'erreurs dont la loi de probabilité ne doit pas être supposée la même. L'analyse que j'ai donnée dans la théorie analytique des probabilités s'applique facilement à ce cas, quel que soit le nombre des sources d'erreur. Elle détermine les résultats les plus avantageux et les lois de probabilité des erreurs dont ils sont susceptibles. Pour l'appliquer aux opérations du nivellement, il faut connaître la loi de probabilité des erreurs dues aux réfractions astronomiques; et l'on vient de voir qu'elle résulte des grandes triangulations de la méridienne. Il faut de plus connaître la loi de probabilité des erreurs des angles zénithaux. Nous manquons d'observations à cet égard; mais on s'écartera peu de la vérité, en supposant cette loi la même que pour les angles horizontaux, et qui se déduit des erreurs observées dans la somme des trois angles de chaque triangle de la méridienne. En partant de ces lois, je trouve que si l'on partage la distance de Paris à Dunkerque en stations équidistantes d'un intervalle de douze cents mètres, il y a mille à parier contre un que l'erreur dans la hauteur de Paris au-dessus de la mer n'excédera pas quatre dixièmes de mètres. On diminuerait cette erreur en rapprochant les stations; mais la précision que l'on obtiendrait par ce rapprochement ne compenserait pas la longueur des opérations qu'il exige.

Les équations de condition que l'on forme pour avoir les élémens astronomiques renferment implicitement les erreurs des deux instrumens qui servent à déterminer la position des astres. Ces erreurs sont affectées de coefficiens différens dans chaque équation. Alors le système le plus avantageux des facteurs par lesquels on doit multiplier respectivement ces équations pour obtenir, par la réunion des produits, autant d'équations finales qu'il y a d'élémens à déterminer ; ce système, dis-je, n'est plus celui des coefficiens des élémens dans chaque équation de condition. L'analyse m'a conduit à l'expression générale de ce système de facteurs, et de là aux résultats pour lesquels la même erreur à craindre est moins probable que dans tout autre système. La même analyse donne les lois de probabilité des erreurs de ces résultats. Ces formules renferment autant de constantes qu'il y a de sources d'erreur, et qui dépendent des lois de probabilité de ces erreurs. Dans le cas d'une source unique, j'ai donné, dans ma théorie des probabilités, le moyen d'éliminer la constante, en formant la somme des carrés des restes de chaque équation de condition, lorsqu'on y a substitué les valeurs trouvées pour les élémens. Un procédé semblable donne généralement les valeurs de ces constantes, quel que soit leur nombre ; ce qui complète l'application du calcul des probabilités aux résultats des observations.

Je finirai par une remarque qui me paraît importante. La petite incertitude que les observations, quand elles ne sont pas très-multipliées, laissent sur les valeurs des constantes dont je viens de parler, rend un peu incertaines ces probabilités déterminées par l'analyse

mais il suffit presque toujours de connaître si la probabilité que les erreurs des résultats obtenus sont renfermées dans d'étroites limites, approche extrêmement de l'unité; et quand cela n'est pas, il suffit de savoir jusqu'à quel point il faut multiplier les observations pour acquérir une probabilité telle qu'il ne reste sur la bonté des résultats aucun doute raisonnable. Les formules analytiques des probabilités remplissent parfaitement cet objet, et sous ce point de vue, elles peuvent être envisagées comme le complément nécessaire de la méthode des sciences, fondée sur l'ensemble d'un grand nombre d'observations susceptibles d'erreurs. Ainsi, quand on réduirait à quinze mètres l'erreur de dix-huit mètres que l'on peut craindre dans la hauteur de Paris au-dessus de la mer, conclue des grands triangles de la méridienne, il n'en serait pas moins vrai que cette hauteur est incertaine, et qu'il faut la déterminer par des moyens plus précis. Pareillement, les formules analytiques appliquées aux triangles de la méridienne depuis la base mesurée près de Perpignan jusqu'à Formentera, donnent environ dix-sept cent mille à parier contre un, que l'erreur de l'arc correspondant du méridien, dont la longueur surpasse 460 mille mètres, n'est pas de soixante mètres en erreur. Cela doit dissiper les craintes d'inexactitude que l'omission d'une base de vérification sur la côte d'Espagne pouvait inspirer. On serait encore rassuré à cet égard, quand même la probabilité d'une erreur égale, ou plus grande que soixante mètres, surpasserait la fraction donnée par les formules et s'élèverait à un millionième.

Des Phénomènes *que présentent quelques métaux lorsqu'on les soumet à la coupellation, soit qu'ils soient seuls, ou alliés entre eux.*

Par M. Chaudet, Essayeur des Monnaies.

Quelques métaux soumis à l'action de la chaleur rouge et de l'air, perdent presque aussitôt leur brillant métallique, et se couvrent d'une couche d'oxide d'une couleur qui, étant le plus souvent particulière à chacun des métaux qui les composent, peut servir à faire reconnaître chacun de ces métaux en particulier; et comme les phénomènes qui accompagnent ce changement sont extrêmement prompts à se produire, ils peuvent devenir précieux en l'appliquant aux alliages que ces métaux peuvent former en s'unissant entre eux; mais il devient important alors de déterminer, d'une part, la force colorante d'un oxide mêlé à une quantité infiniment plus grande d'un second oxide, afin de savoir quelles sont à-peu-près les quantités de ce premier auxquelles la coloration cesse de pouvoir en démontrer l'existence; et d'une autre part, quelles sont les limites auxquelles s'arrêtent les nouveaux phénomènes que tel ou tel métal apporte dans la coupellation d'un autre métal auquel il serait allié en petite quantité.

Ces tâtonnemens n'avaient point encore été faits, et forment la matière de cette note. Les opérations auxquelles ils donnent naissance ont été faites au fourneau à coupelles, et seront facilement répétées dans les laboratoires de chimie, qui maintenant peuvent être pourvus,

à si peu de frais, du fourneau à coupelles elliptique double de M. d'Arcet (1).

Les métaux soumis à ces recherches sont : l'étain, l'antimoine, le zinc, le bismuth, le plomb, le cuivre, et quelques-uns des alliages que ces métaux sont susceptibles de former en s'unissant entre eux.

Je rappellerai en peu de mots les caractères que présentent ces métaux purs lorsqu'on les soumet seuls à la coupellation, et je passerai ensuite à l'examen de ceux que présentent leurs alliages lorsqu'on les soumet à la même épreuve : principal but de ce travail.

Etain. Lorsqu'on porte dans une coupelle rouge un morceau d'étain pur, et je ne reconnais comme tel que celui qui se dissout complètement dans l'acide hydrochlorique à 22° ; car alors on est assuré, ainsi que je l'ai démontré dans quelques-uns de mes précédens Mémoires, qu'il ne contient ni antimoine, ni bismuth, ni cuivre, ni sensiblement d'arsenic (2) ; et enfin, lors-

---

(1) Ce fourneau ne coûte que 24 francs, tout ferré et muni de sa cheminée en tôle. Sa moufle peut contenir facilement quatre coupelles, et on l'élève à une assez haute température avec très-peu de combustible et en très-peu de temps.

On trouve de ces petits fourneaux tout prêts, chez M. Blanc, fournaliste, rue Neuve-Saint-Médard, n° 12.

(2) Je dis sensiblement d'arsenic, parce que, dans la dissolution de l'étain par l'acide hydrochlorique, comme il se forme une assez grande quantité de gaz hydrogène, ce dernier doit nécessairement se combiner à une petite portion d'arsenic, et se dégager à l'état d'hydrogène arseniqué.

qu'une nouvelle quantité de cet étain, traitée par l'acide nitrique, donne une liqueur dans laquelle un carbonate alcalin n'apporte aucun changement; lors, dis-je, qu'on porte dans une coupelle rouge un morceau d'étain pur, il se fond presque aussitôt, se couvre d'une couche d'oxide gris-noirâtre, lequel, en s'oxigénant davantage, laisse dégager, si la température est élevée, une légère vapeur d'oxide d'étain, manifeste dans quelques-unes de ses parties des points incandescens, finit par augmenter beaucoup de volume, présente sur toute sa surface une véritable combustion, laquelle ne tarde pas à cesser; et l'oxide, débarrassé des points incandescens qui recouvraient sa surface, reste assez uniformément rouge. Si on retire alors la coupelle du fourneau, l'oxide, légèrement refroidi, est d'un jaune citrin, et devient blanc par son refroidissement total. Il est important de laisser cet oxide au feu le temps nécessaire à l'absorption de l'oxigène qui doit l'amener à l'état de peroxide blanc; car, sans cette précaution, on remarque à sa surface des points grisâtres de protoxide d'étain. On arrive d'autant plus facilement à l'amener à ce premier état, qu'on a opéré sur une plus petite quantité d'étain, que ce dernier était plus mince, et que le fourneau était plus chaud. Il faut avoir le soin de ne point couper ni aplatir l'étain avec des instrumens de fer oxidés, parce que la plus petite quantité de ce corps étranger fait présenter à son oxide des taches de rouille qui pourraient, ainsi que nous le verrons par la suite, jeter dans l'erreur sur sa pureté.

Antimoine. Lorsqu'on porte un fragment d'antimoine dans une coupelle rouge, il noircit légèrement, laisse

dégager un peu de vapeur, se fond ensuite en reprenant son éclat métallique, dégage une vapeur blanche et épaisse, se vaporise complètement, et laisse la surface de la coupelle colorée en jaune citrin ; couleur qui disparait en entier par le refroidissement, et ne laisse que quelques taches jaunâtres et quelques auréoles d'un rose extrêmement pâle, dans les parties où il touchait ce vase.

Zinc. Le zinc porté dans une coupelle rouge se ramollit, fond plus ou moins rapidement suivant la température à laquelle il est exposé, devient noir à sa surface, et s'enflamme tout-à-coup en répandant une fumée blanche et épaisse, et une flamme d'un blanc verdâtre, d'un très-vif éclat, que l'œil ne saurait fixer long-temps sans en être affecté : peu à peu l'oxide s'élève au-dessus du vase qui le contient, en prenant quelquefois la forme d'un cône couvert de petites zones assez semblables à celles que l'on remarque sur la surface extérieure de plusieurs coquillages. Le zinc continue de brûler, et c'est ordinairement par le sommet du cône dont nous venons de parler que la flamme et la vapeur blanche continuent à s'échapper ; celles-ci ne tardent pas à cesser, et l'oxide, retiré de la moufle, est verdâtre ; mais, par le refroidissement, devient d'un blanc de neige excessivement léger.

Lorsque le zinc que l'on porte dans la coupelle est très-mince, on produit plus rarement le cône dont j'ai parlé ; phénomène fort curieux qui n'appartient qu'au zinc, et cela vraisemblablement en raison de la combustion beaucoup plus rapide de ce métal ; ce qui ne laisse pas à son oxide le temps de prendre cette forme ;

mais si l'on remarque avec soin la masse confuse qui résulte de cette nouvelle combustion, on en découvre plusieurs petits qui portent les mêmes zones observées sur les grands, et dont les bases vont se perdre dans des masses d'oxide informes et extrêmement légères.

Bismuth. Lorsqu'on porte un morceau de bismuth purifié, soit par la voie humide, soit par la voie sèche, ainsi que je l'ai fait moi-même, en réduisant, au moyen du flux noir, et à plusieurs reprises, l'oxide de bismuth qui résulte de la coupellation de ce métal (1); lors, dis-je, qu'on porte un morceau de bismuth purifié dans une coupelle rouge, il ne tarde pas à se fondre, à se couvrir d'une couche d'oxide qui fond à son tour; et les choses étant en cet état, une petite quantité de cet oxide se sublime sous la forme d'une légère vapeur qui serpente au-dessus de la coupelle; tandis que le reste, qui est la plus grande partie, s'introduit dans ses pores, et la laisse, lorsqu'elle est froide, d'un beau jaune orangé, semé de quelques taches vert-pré (2).

Plomb. Quant au plomb pur, il présente à la coupel-

---

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, t. VIII, p. 124.

(2) Le bismuth du commerce, qui contient en général une grande quantité d'arsenic, et souvent même du soufre, présente, dans le commencement de la coupellation, des phénomènes qui appartiennent à ces deux corps étrangers, lesquels, en se volatilisant avec une grande violence, entraînent beaucoup de bismuth avec eux : d'où il résulte un dégagement extrêmement considérable d'une fumée épaisse, souvent accompagnée de globules enflammés qui jaillissent du sein du métal fondu.

lation absolument les mêmes phénomènes que le bismuth purifié, et il n'en diffère que par la couleur qu'il donne à la coupelle, laquelle est d'un jaune citrin lorsqu'elle est froide ; mais cette couleur s'altère avec le contact de l'air, et devient d'un jaune pâle et sale.

Cuivre. Enfin, lorsqu'on porte dans une coupelle rouge un morceau de cuivre pur et poli, il présente, en passant par divers degrés d'oxidation, quelques nuances irisées qui se succèdent rapidement, et font place à une couche d'oxide noir qui se détache par le refroidissement ; et si le fourneau est assez chaud, il fond et se couvre d'une couche d'oxide qui est d'un noir foncé. Lorsqu'il est froid, il laisse quelquefois apercevoir sur la coupelle des taches roses de protoxide de cuivre.

Premier Alliage.

Etain et Antimoine. Une portion d'un alliage formé de 75 parties d'étain et de 25 parties d'antimoine, portée dans une coupelle rouge, présente les phénomènes suivans : il se fond, se couvre d'une couche noire d'oxide qui peu à peu augmente beaucoup de volume, se soulève, et présente des points incandescens sur toute sa surface, lesquels sont cependant moins vifs que ceux que présente l'étain pur : il s'en élève une légère vapeur blanche, et l'antimoine qu'on remarquait fondu se couvrant complètement d'une couche d'oxide, il cesse de se vaporiser, et la masse d'oxide ne paraît pas uniformément rouge. Le tout, retiré du feu et froid, est d'un gris presque noir et parsemé de points blancs. On se rappelle que l'étain pur, soumis à cette opération, donne

un oxide parfaitement blanc. Cette couleur noirâtre est donc due à l'antimoine, puisque l'alliage avait été fait avec ce métal et de l'étain pur. Je fis de nouveaux alliages en diminuant graduellement la quantité d'antimoine, et je m'assurai qu'on pouvait facilement en reconnaître moins d'un quart de centième lorsqu'il est allié à de l'étain, par les parties presque noires dont il tache en plusieurs endroits l'oxide de ce dernier.

Quant aux alliages d'antimoine et d'étain dans lesquels ce dernier entre en très-petite quantité, ils présentent des caractères particuliers. C'est ainsi qu'un fragment d'un semblable alliage qui ne contenait que 5 pour cent d'étain, ayant été porté dans une coupelle rouge, au lieu de se fondre complètement, de prendre le brillant métallique, de rester rond, de se vaporiser en totalité, et de ne laisser seulement que quelques taches jaunâtres, et d'autres d'un rose pâle sur la coupelle, ainsi que le fait l'antimoine pur, s'est fondu en fonte pâteuse, s'est étendu irrégulièrement sur la coupelle, est resté presque constamment couvert d'une couche d'oxide; et lorsque l'antimoine a été tout-à-fait vaporisé, a laissé la coupelle, après son entier refroidissement, d'un brun foncé, et couverte d'une matière de même couleur, laquelle se compose d'une foule de petites aiguilles qui se croisent en tous sens, et présentent comme une véritable cristallisation. Lorsque le fourneau est très-chaud, ces aiguilles sont beaucoup moins prononcées; mais la couleur de la coupelle est toujours d'un brun foncé.

Un fragment d'antimoine qui ne contenait qu'un centième d'étain, ayant été coupellé, a laissé apercevoir, à

sa surface, lorsqu'il a été fondu, des taches d'oxide d'étain. Après son entière vaporisation, la coupelle froide était tachée circulairement de gris de diverses nuances. Le milieu était noir, et le centre contenait quelques fragmens d'une matière d'un brun rougeâtre. Ainsi, la coupellation, qui indique dans l'étain les plus petites quantités d'antimoine, peut aussi, dans l'antimoine, indiquer les plus petites quantités d'étain.

Deuxième Alliage.

Etain et Zinc. Un fragment d'un alliage contenant 75 parties d'étain et 25 de zinc (1) a été porté dans une coupelle; il s'est fondu et s'est couvert d'une couche noire d'oxide qui peu à peu s'est mise à la température du fourneau, et sans production de points incandescens; mais il s'est manifesté, dans quelques-unes de ses parties, une inflammation produite par la combustion du zinc; phénomène qui est quelquefois long à se produire, en raison de la formation presque subite d'une couche d'oxide d'étain à sa surface, laquelle défend le zinc de l'action de l'air; mais on la détermine plus

---

(1) Les alliages d'étain et de zinc dans lesquels on tient à conserver de certaines proportions entre les deux métaux, présentent, dans leur confection, quelques difficultés; mais en opérant sur de petites masses, on y parvient en faisant rougir deux petits creusets, en versant dans l'un le zinc en fragmens minces, et peu après dans l'autre l'étain (ce dernier étant plus fusible); en versant ensuite celui-ci fondu sur le zinc, en mêlant avec une baguette en bois, et en coulant promptement.

promptement en découvrant le dessus de la matière avec l'extrémité de la pincette à essais, et en ramenant ainsi le zinc à la surface. On le produit aussi d'autant plus promptement que le fourneau est plus chaud, et que l'alliage est laminé plus mince.

La coupelle sortie du fourneau, et encore légèrement chaude, présente un oxide d'une teinte verdâtre, et qui devient parfaitement blanc par le refroidissement. Cet oxide est très-léger dans quelques-unes de ses parties, et assez semblable à ce que le peuple appelle *fils de la bonne Vierge* : ce qui suffit pour le distinguer de l'oxide blanc d'étain, qui est toujours pulvérulent.

J'ai fait deux autres alliages d'étain et de zinc; le premier formé de 95 parties d'étain et de 5 parties de zinc, et le second de 99 parties d'étain et d'une partie de zinc. Des fragmens de ces deux alliages, portés séparément dans deux coupelles, se sont fondus en fonte pâteuse, sans production de points incandescens, et sans, par conséquent, manifester cette combustion rapide que l'on remarque lorsque l'on porte à la même température un morceau d'étain pur. Il s'est échappé du premier alliage quelques étincelles produites par la combustion du zinc; et ce qui est remarquable, c'est que les oxides retirés du feu et froids, au lieu d'être parfaitement blancs, étaient, pour le premier, d'une couleur d'un vert noirâtre sale, parsemé de points blancs; et pour le second, d'un vert extrêmement pâle. Ainsi, lorsque le zinc uni à l'étain forme le quart de l'alliage, on le reconnaît à la coupellation, par la combustion du zinc et par la légèreté d'une partie de l'oxide; et lorsqu'il n'y est même que dans la proportion d'un centième, il

s'oppose aux points incandescens qui se produisent toujours sur l'étain pur, et colore plus ou moins fortement, suivant sa proportion, l'oxide de ce métal.

Troisième Alliage.

Etain et Bismuth. Un fragment d'un alliage composé de 75 parties d'étain et de 25 de bismuth, porté dans une coupelle, s'est fondu en se recouvrant d'une couche d'oxide noire, a montré par-ci par-là quelques points en incandescence, a laissé dégager une légère vapeur, a augmenté un peu de volume en s'oxidant davantage, et a donné un oxide qui, étant froid, était d'un gris mêlé de jaune. Cette expérience, répétée, a donné les mêmes résultats : seulement la masse grise d'oxide, mêlée de jaune, laissait remarquer sur quelques-unes de ses parties des points orangés.

Deux nouveaux alliages ont été faits, l'un ne contenant que 5 pour cent de bismuth, et l'autre seulement un centième. Des fragmens de ces deux alliages ont été mis dans une coupelle rouge; et les oxides, étant froids, indiquaient, par la teinte grise et jaunâtre du premier, facilement la présence du bismuth : quant au second, il était assez uniformément d'un blanc grisâtre.

Quatrième Alliage.

Etain et Plomb. Un fragment d'un alliage formé, sur cent parties, de 75 d'étain et de 25 de plomb, a été porté dans une coupelle rouge. Il s'est fondu; il y a eu production de points incandescens, dégagement d'une assez grande quantité de vapeur composée, en grande

partie, d'oxide de plomb. Après dix minutes environ d'exposition, la coupelle, retirée du fourneau et froide, a présenté une masse d'oxide de couleur de rouille, dans laquelle on remarquait quelques parties blanches.

Deux semblables alliages, dans lesquels le plomb était à l'étain dans le rapport de 10 à 90, et de 5 à 95, ayant été exposés séparément dans deux coupelles, ont donné, pour le premier seulement, un oxide tacheté de couleur de rouille; le second ne différait pas sensiblement de l'oxide d'étain pur.

J'ai recommencé ces alliages, mais dans des proportions inverses, c'est-à-dire que l'étain y était en très-petite quantité; et je me suis ainsi convaincu de la possibilité de reconnaître moins d'un centième d'étain dans le plomb; car, dans ce cas, lorsqu'on en porte un fragment dans une coupelle, il ne se découvre pas, comme le fait le plomb pur : le bain est terne, et on remarque, à une certaine époque de l'opération, de l'oxide d'étain à sa surface. Le plomb s'oxide, s'introduit dans les pores de la coupelle, et ne laisse rien au-dessus de ce vase. Un fragment de plomb qui ne contenait qu'un quart de centième d'étain, ayant été porté dans une coupelle rouge, s'est découvert comme le plomb, mais plus lentement, et a laissé apercevoir sur quelques parties de la surface du bain une pellicule terne très-sensible, due à l'oxide d'étain.

Cinquième Alliage.

Etain et Cuivre. Un fragment d'un alliage formé de 75 parties d'étain et 25 de cuivre, porté dans une coupelle rouge, ne s'est point fondu, et a présenté, dans

quelques-unes de ses parties, des points incandescens. L'oxide froid est presque noir ; on remarque par-ci par-là quelques points blancs, et la coupelle est tachée de protoxide de cuivre rose.

Lorsque la température à laquelle l'alliage a été exposé était très-élevée, l'oxide froid présente deux couches ; l'une, inférieure, presque blanche, due à l'oxide d'étain ; l'autre, supérieure, presque noire, due à l'oxide de cuivre ; ce qui, comme on le voit, indique la séparation des deux métaux à l'état d'oxide. La coupelle est aussi plus fortement colorée en rose.

Trois nouveaux alliages d'étain et de cuivre, dans lesquels ce dernier était dans les diverses proportions de 10, de 5 et de 1 pour cent, ont donné à la coupellation, pour le 1er et le 2e alliage, des oxides d'étain plus ou moins colorés de gris, suivant la température ; et pour le 3e, un oxide qui différait peu de la blancheur de l'oxide d'étain pur. En opérant à une température élevée, le 1er et le 2e alliage ont coloré légèrement la coupelle en rose de protoxide de cuivre.

Ces tâtonnemens n'ont pas été poussés plus loin, et j'en ai conclu :

1°. Que des atomes de fer unis à l'étain forment sur l'oxide blanc de ce métal des taches de rouille ;

2°. Que l'on peut reconnaître au moins un quart de centième d'antimoine allié à l'étain, par les taches grises-noirâtres dont est parsemé l'oxide blanc de ce métal ;

3°. Que le zinc allié à l'étain dans de très-petites proportions ôte à ce métal la propriété de se brûler en se couvrant de points incandescens, comme cela a lieu lorsqu'il est pur, et colore son oxide froid en gris ver-

dâtre, sensible même lorsque le zinc n'y est que dans la proportion d'un centième; ce qui permet d'y en reconnaître de très-petites quantités;

4°. Que le bismuth allié à l'étain, même dans la proportion de 5 pour cent, donne à l'oxide de ce métal une couleur grise mêlée de jaune, et seulement grise lorsqu'il n'y en a qu'un centième;

5°. Qu'on peut reconnaître moins de 5 pour cent de plomb dans l'étain, par la couleur de rouille qu'il donne à l'oxide de ce dernier métal, et moins d'un centième d'étain dans le plomb, parce que ce dernier, porté à la coupelle, se fond sans se découvrir, reste terne, et laisse apercevoir à la surface du bain de petites quantités d'oxide d'étain;

6°. Enfin, qu'en opérant à une température élevée, on peut, par la couleur rose que prend la coupelle dans laquelle on a soumis des alliages d'étain et de cuivre, reconnaître quelques centièmes de ce dernier.

RELATION *des malheurs arrivés à Châteauneuf-lès-Moustiers, le* 11 *juillet* 1819, *par l'effet du tonnerre.*

Communiquée à l'Académie des Sciences.

IL y a un village appelé *Châteauneuf*, dans l'arrondissement de Digne, département des Basses-Alpes, au sud-est, et limitrophe de la petite ville de Moustiers, connue par une manufacture de faïence dont l'émail et

la qualité justifient la préférence qu'on lui accorde sur toutes celles du royaume. Il est situé au sommet et à l'extrémité de l'une des premières montagnes des Alpes qui forment un amphithéâtre sur Moustiers. Il consiste en quatorze maisons réunies au presbytère et à l'église paroissiale, sur une éminence coupée par les angles de deux autres montagnes, l'une au levant, et l'autre au couchant. L'intervalle qui sépare le village de la montagne du levant est si étroit et si profond, que l'aspect en est effrayant. Cent cinq habitations sont dispersées en hameaux, presque tous sur le penchant de la montagne du levant, et forment une population de cinq cents âmes.

Le 11 juillet 1819, jour de dimanche, M. Salomé, curé de Moustiers et commissaire épiscopal, alla à Châteauneuf pour y installer un nouveau recteur. Vers les dix heures et demie, on se rendit en procession de la maison curiale à l'église. Le temps était beau. On remarquait seulement quelques gros nuages. La messe fut commencée par le nouveau recteur.

Un jeune homme de dix-huit ans qui avait accompagné M. le Curé de Moustiers chantait l'épître, lorsqu'on entendit trois détonnations de tonnerre qui se succédèrent avec la rapidité de l'éclair. Le Missel lui fut enlevé des mains et mis en pièces; il se sentit lui-même serré étroitement au corps par la flamme qui le prit de suite au col. Alors, par un mouvement involontaire, ce jeune homme, qui avait d'abord jeté de grands cris, ferma la bouche, fut renversé, roulé sur les personnes rassemblées dans l'église, qui toutes avaient été terrassées et jetées ainsi hors la porte. Revenu à lui, sa première idée fut de rentrer dans l'église, pour se rendre auprès

de M. le Curé de Moustiers, qu'il trouva asphyxié et sans connaissance. Ce jeune homme fixa sur ce respectable et infortuné pasteur l'attention et les soins de ceux qui, légèrement blessés, pouvaient donner des secours. On le releva; on éteignit la flamme de son surplis, et par le moyen du vinaigre on le rappela à la vie environ deux heures après son étourdissement. Il vomit beaucoup de sang. Il assure n'avoir pas entendu le tonnerre, et n'avoir rien su de ce qui se passait. On le porta au presbytère. Le fluide électrique avait touché fortement la partie supérieure du galon d'or de son étole, coulé jusqu'au bas, enlevé un de ses souliers qu'il porta à l'extrémité de l'église, et brisé la boucle de métal. Le siége sur lequel il était assis fut brisé.

Le surlendemain, M. le Curé fut transporté dans son presbytère, à Moustiers, pour être pansé de ses blessures, qui n'ont été cicatrisées que deux mois après. Il avait une escarre de plusieurs travers de doigt à l'épaule droite; une autre s'étendant du milieu postérieur du bras du même côté jusqu'à la partie moyenne et extérieure de l'avant-bras; une troisième escarre, profonde, partait de la partie moyenne et postérieure du bras gauche, et allait jusqu'à la partie moyenne de l'avant-bras du même côté; une quatrième plus superficielle et moins étendue au côté externe de la partie inférieure de la cuisse gauche, et une cinquième sur la lèvre supérieure jusqu'au nez. Il a été fatigué d'une insomnie absolue pendant près de deux mois; il a eu les bras paralysés, et souffre des différentes variations de l'atmosphère.

Un jeune enfant fut enlevé des bras de sa mère et porté à six pas plus loin. On ne le rappela à la vie qu'en lui fai-

sant respirer le grand air. Tout le monde avait les jambes paralysées. Toutes les femmes, échevelées, offraient un spectacle horrible. L'église fut remplie d'une fumée noire et épaisse. On ne pouvait distinguer les objets qu'à la faveur des flammes des parties de vêtemens allumés par la foudre.

Huit personnes restèrent sur la place; une fille de dix-neuf ans fut transportée sans connaissance à sa maison, et expira le lendemain matin, en proie aux douleurs les plus horribles, à en juger par ses hurlemens, de sorte que le nombre des personnes mortes est de neuf; celui des blessés est de quatre-vingt-deux.

Le prêtre célébrant ne fut point atteint de la foudre, sans doute parce qu'il avait un ornement de soie.

Tous les chiens qui étaient dans l'église furent trouvés morts, dans l'attitude qu'ils avaient auparavant.

Quoiqu'on ne puisse pas suivre de l'œil toutes les opérations subtiles du fluide électrique, on peut quelquefois en juger par les effets.

Une femme qui était dans une cabane, à la montagne de Barbin, au couchant de Châteauneuf, vit tomber successivement trois masses de feu, qui semblaient devoir réduire ce village en cendres.

Il paraît que la foudre frappa d'abord la croix du clocher, qu'on trouva plantée dans la fente d'un rocher, à une distance de 16 mètres. Le feu électrique pénétra ensuite dans l'église par une brèche qu'il fit à la voûte, à la distance d'un demi-mètre de celle par où passe la corde d'une cloche; la chaire fut écrasée. On trouva dans l'église une excavation d'un demi-mètre de diamètre, prolongée sous les fondemens du mur jusque sur le pavé

de la rue, et une autre qui rentrait sous les fondemens d'une écurie qui est en dessous, et où l'on trouva morts cinq moutons et une jument.

M. Dupelloux, préfet du département, a donné des preuves de sa sollicitude et de son humanité en faisant distribuer des secours en tout genre aux pauvres habitans qui avaient été victimes de cet événement malheureux.

(M. Trencalye, vicaire-général de Digne, qui a envoyé cette relation, ajoute qu'on sonnait les cloches quand la foudre tomba sur l'église.)

Analyse *de la Staphisaigre*, Delphinium staphysagria *de* Linnée, *de la polyandrie trigynie, famille des renonculacées de* Jussieu.

Par MM. J.-L. Lassaigne et H. Feneulle (1).

Notre but, en entreprenant l'analyse de la staphisaigre, était de faire connaître à quel principe appartient l'âcreté de cette semence, et, par suite, de porter quelque jour sur ce même principe existant peut-être dans quelques autres renonculacées : heureux si notre travail peut avoir quelque utilité! Déjà M. Braconnot, dans une note insérée dans les *Annales de Chimie et de Physique*, tome VI, page 133 et suiv., a prouvé que certains végétaux de cette famille devaient cette acrimonie à un principe volatil : aussi sait-on depuis

(1) Le travail que nous avons l'honneur de présenter a été fait dans le laboratoire du Muséum d'Histoire naturelle, au Jardin du Roi.

long-temps que plusieurs de ces plantes, par la simple dessiccation, par la coction, perdent leur énergie; tandis qu'au contraire, dans d'autres espèces, l'âcreté est due à un corps fixe, tel que, par la chaleur de l'ébullition, il ne se détruit pas entièrement.

M. Decandolle, dans un ouvrage intitulé : *Essai sur les propriétés médicales des plantes*, a cherché à démontrer une opinion émise par Linnée, et avant lui par d'autres auteurs, que les végétaux de la même famille, et par conséquent des genres voisins et analogues, étaient doués de propriétés semblables, sauf quelques anomalies qu'il a observées, même dans les familles les plus naturelles, et que ces vertus étaient dues aux mêmes principes immédiats qu'on y rencontre. MM. Pelletier et Caventou, dans leur analyse de la fève de Saint-Ignace, ont prouvé en partie, pour la famille des strychnées, cette vérité qui paraît incontestable : c'est de ce point que nous sommes partis, et c'est sur la staphisaigre que nous avons jeté notre première vue, nous proposant encore d'étendre notre travail sur d'autres individus de la même famille.

La staphisaigre est maintenant peu employée en médecine; c'est la semence à laquelle on a reconnu plus d'énergie; ses principaux usages sont d'être anti-psorique : elle sert encore pour tuer les poux, et, à cause de sa causticité, on l'applique aussi quelquefois sur certains ulcères.

Examen chimique.

1°. Une portion de semences séparées mécaniquement de leur partie corticale, et réduites en pâte fine dans un mortier de porcelaine, fut soumise, à plusieurs re-

prises, à l'action de l'éther sulfurique; celui-ci se colora très-peu : soumis à la distillation pour en retirer la majeure partie, il laissa précipiter une grande quantité d'une huile liquide d'une couleur légèrement jaune, inodore, mais d'une saveur extrêmement âcre (1); en effet, une petite quantité appliquée sur la langue déterminait une irritation très-vive dans la bouche et sur les lèvres, qui ne se développait qu'au bout de plusieurs secondes, et dont l'intensité durait une heure et plus. Ayant quelques raisons de croire que cette saveur de l'huile était due à un corps étranger, nous essayâmes différens moyens pour l'en priver; nous la fîmes bouillir, à plusieurs reprises, dans de l'eau sans parvenir à notre but; enfin, nous ajoutâmes un peu d'acide sulfurique très-faible; nous remîmes de nouveau à bouillir; après quelques instans, l'huile fut lavée avec soin; mise alors sur la langue, elle était très-douce et n'avait plus de saveur; cette huile est plus légère que l'eau; à la température de o,[therm. centig.], elle ne se congèle pas; mais elle devient plus consistante.

L'éther que nous avions séparé par la distillation fut mis à évaporer à l'air libre; il laissa un petit résidu dont l'odeur était mixte avec celle de la staphisaigre et de

---

(1) L'huile obtenue de l'éther, tel que nous venons de le rapporter, laissa séparer une matière rougeâtre d'une consistance de graisse; elle est grasse au toucher; mise sur des charbons rouges, elle se décompose à la manière des substances végétales : la petite quantité que nous en avons obtenue nous a empêchés d'en faire l'étude; ce n'était point un corps cireux.

l'huile douce de vin ; car celui dont nous nous sommes servis en contenait un peu ; cependant il nous fut facile de voir que l'arome de notre semence avait passé avec lui, et qu'elle contenait un peu d'huile volatile.

2°. La portion épuisée par l'éther fut traitée par l'alcool rectifié ; on fit bouillir plusieurs fois ce véhicule sur la matière pour lui enlever tous ses principes solubles ; les liqueurs furent filtrées bouillantes ; on les laissa refroidir ; elles restèrent transparentes ; leur couleur était légèrement opaline : on sépara une portion de l'alcool par distillation, et on fit évaporer le reste ; l'extrait qu'on obtint alors était brun, d'une saveur amère et ensuite excessivement âcre. Pour éviter des répétitions, nous n'insisterons pas maintenant davantage sur les principes contenus dans cet extrait alcoolique, parce que nous sommes parvenus à les isoler par des moyens que nous indiquerons, en suivant la série de nos expériences.

3°. Le reste de la semence épuisée des principes solubles à l'éther et l'alcool, fut mis en contact avec l'eau bouillante ; nous trouvâmes dans ce décoctum une matière animalisée non coagulable, un peu de muqueux et du mucoso-sucré ; le parenchyme contenait encore de l'albumine coagulée.

4°. Une certaine quantité de graines contusées furent introduites dans une cornue ; on y versa de l'eau pure ; le tout, laissé en action pendant douze heures, fut mis à distiller jusqu'au premier tiers du liquide employé ; le produit était légèrement laiteux ; par le repos, il s'éclaircit ; on put alors apercevoir distinctement des flocons ayant l'apparence d'une huile volatile.

Cette eau avait l'odeur qu'on reconnaît aux graines de

staphisaigre ; laissée quelque temps dans la bouche, elle imprimait une saveur chaude qui n'était point à comparer, sous aucun rapport, à celle que donne la graine mâchée : ce n'est donc point ce principe volatil qui donne les propriétés aux semences de la staphisaigre ; c'est ce que l'expérience nous démontrera.

L'eau de la staphisaigre, essayée par les réactifs, présenta les caractères suivans :

1°. Elle ne rougit point le tournesol.

2°. Le sirop de violette n'éprouve pas de changement.

3°. L'acétate de plomb neutre précipite en blanc.

4°. Le nitrate d'argent louche un peu la liqueur, au bout de vingt-quatre heures, à une lumière diffuse ; il se rassemble au fond du verre un précipité noir.

5°. Le chlorure d'or présenta les mêmes phénomènes, à l'exception que la nuance du dépôt était moins foncée.

Les effets que nous venons d'énumérer tiennent probablement à l'huile volatile contenue dans l'eau.

Le résidu de la distillation fut fortement exprimé ; la colature avait une couleur brune laiteuse : en la laissant en repos, une portion d'huile vint surnager le liquide ; on la fit filtrer ; elle était alors bien transparente, de couleur brune ; elle nous montra les phénomènes suivans par les réactifs.

Le papier de tournesol était légèrement rougi ; l'infusion de noix de galle, les proto et persulfates de fer, les nitrates d'argent, de plomb, de baryte, le chlore, la potasse, l'oxalate d'ammoniaque la troublaient plus ou

moins fortement, en donnant des nuances brunes ou jaunes plus ou moins foncées.

On versa dans ce décoctum un excès d'une solution d'acétate de plomb neutre; le précipité de couleur jaune-brun fut recueilli sur un filtre; on le lava avec soin, on le délaya dans l'eau, et on y fit passer un courant de gaz acide hydrosulfurique pour isoler le plomb; on fit filtrer le liquide; il fut évaporé à consistance d'extrait; on reprit cet extrait par l'alcool, qui enlèva un acide et la matière colorante à laquelle le décoctum devait sa couleur; il resta pour résidu une matière jaunâtre que nous avons reconnue être animalisée : en effet, mise sur des charbons ardens, elle répandait une odeur de corne brûlée; introduite dans un tube bouché à une extrémité, et ensuite chauffée, elle s'est décomposée; un papier de tournesol rougi, placé à l'orifice du tube, reprit sa couleur primitive; elle est soluble dans l'eau, insoluble dans l'alcool; elle est précipitée par l'infusion de noix de galle, par l'acétate et le sous-acétate de plomb. Quant à l'acide, nous l'avons trouvé formé d'acier phosphorique et malique; la matière colorante brune s'en est séparée difficilement; ses principales propriétés sont d'être amère, inodore, très-soluble dans l'eau lorsqu'elle est isolée de l'acide, peu dans l'alcool; l'acétate de plomb neutre la précipite abondamment.

6°. La liqueur dans laquelle s'est formé le dépôt dont nous venons de parler, par l'acétate de plomb neutre, précipitait encore en jaune peu foncé par le sous-acétate de la même base : en traitant ce précipité comme ci-dessus, nous avons séparé de l'acide malique du même

principe colorant, de plus, un peu de la substance animalisée et du muqueux; car ces deux derniers corps, soumis à l'action de l'acide nitrique, fournirent un peu d'amer jaune de Welther et de l'acide oxalique.

Le décoctum privé, ainsi que nous venons de le dire, des principes précipitables par l'acétate et le sous-acétate de plomb, fut séparé de l'excès de ces sels par l'hydrogène sulfuré; on fit évaporer les liqueurs filtrées à une douce température jusqu'à siccité : pendant la concentration, lorsqu'elles furent arrivées à la consistance sirupeuse, il se sépara une matière brune qui ne voulait plus se redissoudre, qui s'attachait au tube qui servait à remuer, ayant alors une consistance de térébenthine susceptible de filer, et qui, mise à refroidir, devenait cassante comme une résine : c'est cette substance dans laquelle réside l'âcreté de la staphisaigre, mais non encore dans un état de pureté, comme nous le prouverons bientôt. L'extrait, non privé de ce corps, fut délayé dans l'alcool; celui-ci se colora de suite en brun; mis à reposer, il se précipita un corps noirâtre, composé de matière animalisée et d'une substance mucoso-sucrée incristallisable. La dissolution alcoolique fut évaporée, partie à l'air libre, partie au bain-marie; la même matière d'apparence résineuse que nous avons annoncée se sépara; on l'enleva avec précaution; on fit redissoudre dans l'eau, à plusieurs reprises, l'extrait dans lequel elle s'est précipitée, pour l'en isoler tout-à-fait; celui-ci avait alors une saveur amère franche, encore un peu âcre, due à l'autre principe; il répandait une odeur que présentent certains extraits pharmaceutiques.

Le corps brun fut lavé dans beaucoup d'eau, jusqu'à

ce que celle-ci cessât de se colorer; obtenu ainsi, il était demi-transparent, cassant, d'une saveur d'abord amère et ensuite très-âcre, causant à la gorge une légère astriction, répandant après sur la langue et sur les lèvres une irritation avec battement, qui a duré chez l'un de nous trois heures consécutives. Ce corps est plus pesant que l'eau; il se liquéfie à-peu-près à $80^{\circ}{}_{\text{th. cent.}}$; chauffé seulement jusqu'au ramollissement, il se laisse malaxer et étendre en lames minces; l'eau à la température ordinaire en dissout environ $\frac{1}{60}$: cette dissolution est sans couleur, d'une saveur fortement amère et très-âcre; les alcalis y forment un léger précipité blanc, floconneux; l'alcool et l'éther le dissolvent aussi aisément par l'évaporation; il se sépare de ces véhicules sous forme de petits grains blancs transparens. Les acides affaiblis opèrent facilement sa dissolution; cette matière en est précipitée par les alcalis, sous forme floconneuse. Cette manière de se comporter nous fit penser que notre matière pourrait bien être une combinaison d'acide acétique provenant des acétates de plomb que nous avons employés avec un alcali végétal : en effet, une solution alcoolique de ce corps verdissait le sirop de violette, ramenait au bleu le papier de tournesol rougi par un acide. Ces phénomènes confirmant de plus en plus notre idée, nous essayâmes différens moyens d'isoler la matière alcaline. En faisant bouillir le corps brun dans une quantité suffisante d'eau avec de la magnésie calcinée et bien pure, en recueillant le résidu sur un filtre, et après l'avoir lavé avec précaution, le traitant par l'alcool à 40°, nous sommes parvenus à l'obtenir pure; car la liqueur alcoolique, évaporée à l'air libre,

la laissa sous forme blanche, d'un aspect pulvérulent, et présentant quelques points cristallins.

Procédés pour obtenir la matière alcaline.

On fit bouillir une portion de semences mondées de leurs enveloppes et réduites en pâte fine, dans un peu d'eau distillée; le décoctum, passé à travers un linge et fortement exprimé, fut filtré; on y ajouta de la magnésie bien pure, et on recontinua pendant quelques minutes l'ébullition; au bout de ce temps, on filtra de nouveau; le résidu, lavé exactement, fut soumis à l'action de l'alcool très-rectifié et bouillant; celui-ci se chargea du corps alcalin, d'où nous l'avons séparé comme ci-dessus.

Nous nous en sommes procuré la plus grande quantité sur laquelle nous avons opéré, en soumettant la graine non mondée et bien contusée à l'action de l'acide sulfurique faible, en précipitant les liqueurs par le sous-carbonate de potasse ou l'ammoniaque, et ensuite en enlevant la matière alcaline par l'alcool; mais ce moyen ne nous la donnait jamais pure; toujours elle contenait un peu de principe colorant, et lorsqu'elle avait été préparée avec le sous-carbonate de potasse, toujours un peu de ce sel : pour la purifier, on chassait l'alcool par la distillation, on dissolvait le résidu dans de l'acide hydrochlorique, et on faisait bouillir avec de la magnésie; le dépôt était repris par l'esprit-de-vin, qui nous la donnait entièrement pure. Cette manière de l'obtenir a été celle que nous avons employée préférablement, à cause que nous n'étions point obligés de monder nos

graines, opération qui demande beaucoup de temps et de patience. Ayant voulu essayer si, en n'enlevant point la partie corticale, nous serions parvenus à un bon résultat, nous avons fait bouillir une décoction de la graine entière avec de la magnésie; mais nous n'en avons retiré que peu de matière, et de plus très-colorée.

Ce corps alcalin présentant des différences avec ceux connus jusqu'à présent, nous proposons de l'appeler *Delphine*; dénomination qui rappellera, comme pour la strychnine, le genre auquel appartient le végétal d'où on l'extrait.

Propriétés de la Delphine ou alcali de la staphisaigre.

A l'état de pureté, elle est sous forme d'une poudre blanche qui est cristalline lorsqu'elle est humide, mais qui devient bientôt opaque par son exposition à l'air. Sa saveur est très-amère, et ensuite âcre; son odeur est nulle. Chauffée, dans une petite cuillère de platine, à la flamme d'une lampe à esprit-de-vin, elle se fond, et devient liquide comme de la cire liquéfiée; par le refroidissement, elle redevient dure et cassante comme de la résine. Si on continue à la chauffer un peu plus fort, elle se boursouffle, noircit, répand une fumée blanche d'une odeur particulière, et qui s'enflamme à l'air; elle laisse un charbon très-léger qui brûle sans donner de résidu.

L'eau froide a peu d'action sur cette substance; cependant ce liquide en dissout une petite quantité; car il contracte une légère saveur amère.

L'alcool et l'éther sulfurique la dissolvent très-faci-

lement; la dissolution alcoolique verdit fortement le sirop de violette, et ramène au bleu la teinture de tournesol rougie par un acide.

Elle forme avec les acides sulfurique, nitrique, hydrochlorique, oxalique, acétique, etc., des sels neutres très-solubles, dont la saveur est extrêmement amère et âcre; les alcalis la précipitent sous forme d'une gelée blanche, semblable à l'alumine.

Sulfate de Delphine.

Ce sel obtenu directement, évaporé à l'air libre, ne cristallise pas; il se dessèche en une masse transparente, dure, semblable à de la gomme; il se dissout dans l'alcool et dans l'eau avec facilité; sa dissolution a une saveur amère, ensuite très-âcre; la sensation d'âcreté qui se porte sur la langue et les lèvres dure plusieurs heures.

Une solution concentrée de ce sel, mise au pole négatif d'une pile galvanique en activité, a été décomposée; l'acide sulfurique s'est porté au pole positif, et la delphine s'est précipitée au pole négatif en flocons blancs.

Le sulfate de morphine, essayé par les mêmes moyens, s'est comporté de la même manière; mais cet alcali s'est précipité au pole négatif en petites aiguilles blanches très-distinctes.

Nitrate de Delphine.

La delphine, de même que la strychnine, saturée par de l'acide nitrique faible, donne une dissolution inco-

lore; en la concentrant, elle prend une couleur jaune: lorsqu'elle est à siccité, elle présente avec la même teinte un aspect cristallin. Ce nitrate, traité par un excès d'acide, s'est transformé en une matière jaune, peu soluble dans l'eau; l'alcool bouillant la dissolvait difficilement; la potasse, l'ammoniaque, l'eau de chaux, ajoutées dans cette liqueur, n'y formaient pas de précipité : la saveur de ce corps était amer; il ne paraissait plus tenir d'acide nitrique en combinaison; cependant il ne nous présenta pas de propriétés alcalines. En le traitant par de nouvelles doses d'acide nitrique très-concentré, nous ne sommes point parvenus à le détruire; toujours il conservait sa saveur amère, et nous ne pûmes apercevoir la moindre trace d'acide oxalique. Une certaine quantité de delphine et de morphine fut essayée comparativement par l'acide nitrique concentré; la morphine, de même que la strychnine, comme l'ont annoncé MM. Pelletier et Caventou, prit une belle couleur rouge; en chauffant, elle passa au jaune; la delphine, au contraire, prit toujours une teinte jaune; jamais nous ne sommes parvenus, malgré différentes épreuves, à lui donner la couleur rouge (1).

---

(1) L'acétate de delphine neutre obtenu directement ne cristallise pas; il se dessèche en une masse transparente, dure, d'une saveur très-amère, et ensuite âcre; il est facilement décomposé à froid, comme les autres acétates, par l'acide sulfurique concentré.

L'oxalate de delphine se présente sous forme de feuillets blancs qui possèdent à-peu-près la même saveur que les sels précédens.

Une portion de delphine bien sèche et dans un grand état de pureté fut calcinée avec vingt fois son poids de deutoxide de cuivre, dans un appareil convenable; l'opération fut faite à la manière accoutumée; le gaz obtenu, examiné avec précaution, ne donna que de l'acide carbonique sans aucun atome d'azote.

La capacité de saturation de la delphine par rapport aux acides ne nous a pas paru considérable; nous ne l'avons cependant point déterminée.

C'est à l'état de combinaison avec l'acide malique qu'elle existe dans les graines de staphisaigre.

Ici se borne ce que nous pouvons dire sur la delphine; nous pensons, par les caractères que nous rapportons, prouver qu'elle diffère des autres alcalis végétaux connus jusqu'à présent. Nous nous proposons de reprendre notre travail, de mieux étudier les sels, et de faire connaître la composition de plusieurs.

7°. Une portion de semences mondées de leurs enveloppes furent triturées avec un peu d'eau; l'émulsion qu'on obtint était d'un blanc sale et épaisse : laissée en repos pendant une heure, l'huile semblait vouloir se séparer; mise à bouillir, elle se coagula abondamment; on filtra; la matière albumineuse fut bien lavée; on la fit bouillir plusieurs fois avec de l'alcool pour enlever toute l'huile; ainsi purifiée, elle s'est dissoute dans la potasse; une portion mise sur les charbons rouges répandait une odeur de corne brûlée; incinérée, les cendres, comme celles de l'albumine animale, nous donnèrent du sous-phosphate de chaux et du carbonate de la même base.

Nous nous sommes servis du mot *albumine* pour dési-

gner la matière caséeuse, parce qu'il nous a paru plus convenable, d'après l'opinion que M. Chevreul a développée sur la formation du gras des cadavres, d'après celle de M. Boulay dans son analyse des amandes douces, et de plus, d'après l'assentiment donné par MM. les Rédacteurs des *Annales de Chimie et de Physique*, de la considérer comme telle.

8°. Les cendres de la staphisaigre, soumises à l'examen, nous ont donné : 1° du sous-carbonate de potasse; 2° beaucoup de phosphate de potasse; 3° du sulfate de potasse; 4° du sulfate de chaux; 5° du chlorure de potassium; 6° du carbonate de chaux; 7° du sous-phosphate de chaux; 8° de la silice.

En résumé, la graine de la staphisaigre est formée de :

1°. Principe amer brun, précipitable par l'acétate de plomb;

2°. Huile volatile;

3°. Huile grasse;

4°. Albumine;

5°. Matière animalisée;

6°. Muqueux;

7°. Mucoso-sucré;

8°. Malate acide de delphine;

9°. Principe amer jaune, non précipitable par l'acétate de plomb;

10°. Sels minéraux.

OBSERVATIONS *sur l'Analyse du chyazate ferrugineux de potasse (prussiate triple de potasse et de fer).*

Par R. PORRETT jeune.

J'AI été extrêmement satisfait en lisant un écrit très-curieux et très-instructif du Dr Thomson, contenant son analyse du sel nommé communément (mais très-improprement) *prussiate triple de potasse* (1). Ayant comparé cette analyse avec la mienne, publiée dans les *Transactions philosophiques* de 1814, j'ai remarqué les différences suivantes :

		Dr Thomson.
Eau,	13	13;
Acide ferrugineux,	47.66	45.90;
Potasse,	39.34	41.64.

Ces différences m'avaient fait penser d'abord que l'analyse du Dr Thomson était plus exacte que la mienne; mais quand j'ai fait attention que ces résultats ne s'accordaient pas avec la théorie des atomes, je dois avouer que ma confiance a été ébranlée, et pour confirmer ou faire disparaître mes doutes, j'ai eu recours à l'expérience.

Je pris 50 grains de chyazate ferrugineux de potasse (prussiate triple de potasse), et les ayant dissous dans environ 2 dragmes d'eau chaude, j'ajoutai à la solution 70 dragmes d'acide tartrique cristallisé, dissous à part dans environ 4 dragmes d'eau chaude. Le mélange, après avoir été abandonné à lui-même pendant un jour, fut

(1) *Annales de Chimie et de Physique*. VIII. 430.

décanté de dessus le *sur-tartrate* de potasse qui s'était déposé. Je lavai le sel ainsi obtenu avec une petite portion d'esprit-de-vin, à différentes reprises, et j'ajoutai ces lavages au fluide décanté : ce fluide déposa encore une petite quantité de *sur-tartrate* que j'ajoutai à celui que j'avais obtenu. Après m'être convaincu que le fluide ne contenait plus de sur-tartrate, je séchai celui que j'avais obtenu à une douce chaleur ; son poids fut alors de 72.35 grains.

D'après l'analyse du sur-tartrate de potasse par M. Berzelius, il paraît que cent parties contiennent 24.8 de potasse ; les 72.35 grains doivent donc contenir 17.9 grains de cet alcali.

Ainsi, il paraît que 50 grains de chyazate ferrugineux de potasse contiennent 17.9 grains de potasse ; en conséquence 100 grains en doivent contenir 35.8. Comme le Dr Thomson est d'accord avec moi pour la quantité d'eau de cristallisation qui est de 13 grains, il s'ensuit que la quantité d'acide ferrugineux doit être de 51.2 gr., et que le poids d'un atome de cet acide doit être de 85.9, celui d'un atome de potasse étant de 59.1.

En répétant mon analyse du chyazate ferrugineux de baryte, j'ai trouvé que j'avais commis une erreur considérable relativement à la quantité d'eau qu'il contient. Je trouve aujourd'hui que sa composition, au lieu d'être de 16.59 d'eau, 34.31 d'acide et 49.10 de baryte est :

Eau,	11.0 ;
Acide,	41.5 ;
Baryte,	47.5.
	100.0.

Si nous cherchons le poids de l'atome de l'acide d'après cette analyse, nous le trouverons de 84.7 ; ce qui approche beaucoup du poids déduit de mon analyse du chyazate ferrugineux de potasse par l'acide tartrique.

Il n'y a donc rien dans la nature de ces sels qui soit fort en contradiction avec la théorie des atomes ; mais la principale difficulté reste encore, et elle consiste dans la question suivante :

Comment la constitution chimique de cet acide peut-elle être conciliée avec *son poids* déduit de l'analyse du chyazate de fer ?

En réponse à cette question, je proposerai l'explication suivante, que j'ai de fortes raisons de croire la véritable, bien qu'elle ne soit pas encore entièrement confirmée par l'expérience.

L'acide chyazique ferrugineux n'est pas, selon moi, un composé d'acide prussique et de fer, comme le Dr Thomson l'imagine, mais un composé des élémens de deux atomes d'acide prussique, moins un atome d'azote, plus un atome de fer, ou, en d'autres termes, il est composé de :

4 atomes de carbone,	30.16 ;
1 ——— d'azote,	17.54 ;
1 ——— de fer,	34.50 ;
2 ——— d'hydrogène,	2.64.
	84.84.

Son poids sera donc de 84.84. Le chyazate ferrugineux de potasse et le chyazate ferrugineux de baryte seront composés chacun d'un atome d'acide, d'un de base et

de deux d'eau. D'après cela, leur véritable composition sera ainsi qu'il suit :

Chyazate de potasse ferrugineux.	Acide chyazique ferrug.,	50.93	84.84	1 atom.
	Potasse...............	33.48	59.10	1
	Eau..................	13.59	22.64	2
		100.	166.58.	

Chyazate de baryte ferrugineux.	Acide chyazique ferrug.,	41.49	84.84	1 atom.
	Baryte...............	47.44	97.»	1
	Eau..................	11.07	22.64	2

En partant de cette base pour calculer quels seront les produits gazeux de 5 grains de chyazate ferrugineux de potasse, décomposés par le peroxide de cuivre, on trouvera qu'il produit :

	pouces cubes.
Acide carbonique,	7.12 ;
Azote,	1.78.
	8.90.

Mais le Dr Thomson a obtenu seulement :

Acide carbonique,	5.205 ;
Azote,	2.420.
	7.625.

Je ne puis expliquer cette différence qu'en supposant qu'un peu d'air atmosphérique *particulièrement* contenu dans l'appareil, et entraîné avec le produit gazeux, doit avoir formé une partie des deux pouces cubes d'azote, et qu'un peu d'acide chyazique ferrugineux (avant que l'oxide de cuivre passât à la chaleur rouge) doit avoir formé quelqu'autre produit qui est échappé à

l'observation, peut-être un peu d'acide prussique ou de cyanogène. Si ces suppositions ne sont pas exactes, le Dr Thomson, j'ose le croire, me pardonnera de les faire. Il doit, comme moi, considérer l'excessive difficulté qu'il y a d'obvier à toutes les sources d'erreur dans des expériences d'une nature si délicate.

C'est une grande satisfaction pour moi de voir que le Dr Thomson a abandonné l'opinion qu'il avait que l'acide chyazique ferruré ne contenait pas d'hydrogène, et était un composé de cyanogène et de fer seulement; opinion qui le porta à le nommer, dans son Système de Chimie, *acide ferro-cyanique*, et ses sels *ferro-cyanates*. Je fus parfaitement convaincu, par plusieurs circonstances qui se présentèrent pendant mes premières expériences, que cette opinion était erronée, et je l'aurais combattue quand son système parut, si j'avais aimé la controverse, ou si j'avais pu trouver le temps qu'il eût été nécessaire de donner à une telle suite d'expériences, pour produire la conviction chez les autres; de sorte que je me contentai d'exprimer à différens chimistes de mes amis la différence d'opinion qui existait, à ce sujet, entre le Dr Thomson et moi; et j'ose assurer que toutes les fois qu'il fera des expériences avec l'acide chyazique sulfuré, il sera convaincu qu'il contient aussi de l'hydrogène, et que les noms d'*acide sulfo-cyanique* et de *sulfo-cyanates* sont entièrement impropres. Il en est de même des noms proposés par le Dr Henry, d'*acide ferro-prussique* et d'*acide prussique sulfuré*, puisque ces noms supposent que l'acide prussique est contenu dans ces composés, au lieu d'être purement le résultat d'un nouveau jeu d'affinités quand ils sont décomposés.

Je terminerai ces observations en faisant part que j'ai découvert une méthode d'obtenir l'acide chyazique ferrugine à l'état de cristaux, par le procédé suivant :

Dissoudre 58 grains d'acide tartrique cristallisé dans de l'esprit-de-vin, et verser la dissolution dans une fiole contenant 50 grains de chyazate ferrugineux de potasse dissous dans deux ou trois dragmes d'eau chaude; par ce procédé, tout l'acide tartrique se combinera avec la potasse, et la précipitera à l'état de sur-tartrate de potasse, et le fluide alcoolique ne contiendra que de l'acide chyazique ferrugineux, qui peut être obtenu en petits cristaux généralement ressemblant au cube, par évaporation spontanée.

P. S. Depuis que j'ai écrit ce qui précède, j'ai fait l'expérience de décomposer le chyazate ferruginé de potasse par le peroxide de cuivre. J'ai employé un grain du sel avec 35 d'oxide; les produits furent à une température et à une pression moyennes :

	pouces cubes.
Acide carbonique,	1.39;
Azote,	0.37.
	1.76.

Les produits calculés d'après l'aperçu que j'ai donné précédemment sont :

Acide carbonique,	1.42;
Azote,	0.36.
	1.78.

L'expérience confirme donc complètement l'explication que j'ai proposée.

Le Dr Thomson a employé trop peu de peroxide de cuivre, et c'est, selon moi, la principale cause de la différence qui existe entre les résultats ci-dessus et les siens.

Sur le *Ferro-chyazate de potasse, et sur le poids atomique du fer.*

Par R. Porrett jeune.

Dans un de mes écrits publiés dans le 12e volume des *Annales de Philosophie* pour 1818, p. 214, sur le prussiate triple de potasse, j'établis une comparaison entre mon analyse de ce sel faite en 1814, et celle faite par le Dr Thomson qui venait de paraître, et après avoir remarqué, comme ce chimiste éclairé l'avait fait, que les résultats ne s'accordaient pas avec la théorie des atomes, je rapportai une expérience que j'avais faite, en décomposant le prussiate triple avec l'acide tartrique, qui semblait prouver que nous nous étions trompés tous les deux sur la quantité de potasse qui existait dans ce sel, et que, cette erreur étant corrigée, le nombre pour son acide constituant serait représenté sur l'échelle des équivalens par 85.9. Je démontrai aussi qu'un nombre presque semblable, 84.7, résultait de mes analyses du ferro-chyazate de baryte (après avoir rectifié une erreur dans la quantité d'eau que j'avais attribuée à ce sel), et que si l'on considérait l'acide ferro-chyazique comme composé de :

4 atomes de carbone,	30.16;
1 atome d'azote,	17.54;
1 atome de fer,	34.50;
2 atomes d'hydrogène,	2.64.
	84.84,

le nombre représentant sa constitution atomique s'accordait alors très-bien avec le nombre équivalent dérivé des deux analyses mentionnées ci-dessus.

Je proposai donc ces vues sur sa nature comme une explication probable de la différence entre les résultats de la première expérience, et ceux que l'on peut déduire de l'application de la théorie atomique. Mais cette explication, quoique seulement probable, prenait l'apparence d'un fait bien établi; quand surtout, en recueillant avec soin, et en examinant les gaz provenant de la combustion de l'acide ferro-chyazique, j'obtins les gaz acide carbonique et azote dans les proportions de quatre volumes du premier et un volume du second, et qui, comme on pouvait à-peu-près s'y attendre, étaient les mêmes que le calcul indiquait. D'après cela, je n'eus aucun doute que j'avais donné la composition exacte de l'acide ferro-chyazique, ainsi que de ses sels à base de potasse et de baryte; et je fus très-surpris quand j'appris que M. R. Phillips avait assuré qu'il ne contenait pas autant de fer que je l'avais indiqué. M. Phillips pria obligeamment un ami commun de me communiquer cette circonstance.

Mon attention ayant ainsi été appelée de nouveau sur ce sujet, je m'aperçus bientôt que la formule que j'avais proposée comme représentant la constitution atomique

du ferro-chyazate de potasse, la seule partie qui ne fût pas d'accord avec les résultats de l'expérience, était celle qui faisait monter la quantité de fer à un atome, toutes mes expériences, aussi-bien que celles du Dr Thomson, l'ayant donnée plus petite; et le message de M. Phillips semblait prouver que les résultats de l'expérience étaient plus voisins de la vérité que ceux de la théorie.

Je sentis donc la nécessité de faire de nouvelles recherches sur la composition très-compliquée de ce sel, convaincu que les difficultés peu communes que son analyse présente n'avaient jamais été vaincues assez complètement pour que ses parties constituantes eussent été établies avec cette exactitude rigoureuse qui est maintenant si nécessaire dans les recherches chimiques.

Je commençai des expériences pour m'assurer des quantités de fer et de potasse que ce sel contenait; et après avoir essayé différens moyens d'analyse, je me fixai sur le suivant, comme étant susceptible de plus d'exactitude qu'aucun de ceux que j'avais essayés.

25 grains de ferro-chyazate de potasse furent brûlés avec du nitrate d'ammoniaque, dans un creuset de platine couvert. Après la combustion, qui fut très-vive, je trouvai dans le creuset une masse saline mêlée avec de l'oxide rouge de fer, qui pesait 21.5 grains, et était composée de 17 grains de nitrite de potasse et de 4.5 grains d'oxide rouge de fer. Je séparai le nitrite de potasse de l'oxide de fer par la lixiviation, et je lui ajoutai une quantité suffisante d'acide muriatique pour le convertir en chlorure. Du gaz nitreux se dégagea immédiatement, et après avoir évaporé jusqu'à siccité, j'obtins 16.5 gr. de chlorure de potassium. Ces quantités d'oxide rouge de

fer et de chlorure de potassium sont équivalentes à 10.42 de potasse et 3.15 de fer, qui, multipliées par 4, donnent 41.68 de la première substance et 12.6 de la seconde, pour les quantités contenues dans 100 parties de ferro-chyazate.

La quantité de base alcaline contenue dans ce sel étant déterminée, ainsi que la portion ferrugineuse de l'acide, j'eus à trouver les quantités des autres parties constituantes de l'acide, particulièrement le carbone, l'azote et l'hydrogène; et, dans ce dessein, je répétai différentes fois la combustion du sel, mêlé avec du peroxide de cuivre. La quantité de gaz recueillie d'un grain de ce sel mêlé avec vingt ou trente fois son poids de peroxide, fut ainsi qu'il suit :

Acide carbonique,	1.79 pouc. cub.	4 vol.
Azote,	0.45	1
	2.24	5

Résultat qui répond exactement aux proportions entre les deux gaz que j'ai publiées précédemment, mais qui en diffère par un excès de près d'un demi-pouce cube dans leur quantité totale. Je pense que la véritable quantité est une moyenne entre ces deux résultats, c'est-à-dire qu'elle serait précisément de deux pouces cubes. Cependant je ne ferai aucune correction aux quantités données ci-dessus par l'expérience; mais j'en déduirai strictement mes conclusions, laissant, en dernier lieu, à la théorie atomique à polir le produit brut de l'expérience. Prenant donc 1.79 pouces cubes de gaz acide carbonique comme représentant 0,2264 d'un grain de carbone, et

0,45 pouc. cub. de gaz azote comme égal à 0,1332 grains d'azote, nous obtenons les nombres 22,64 et 13,32 pour les quantités de carbone et d'azote contenues dans 100 parties du sel en question.

Dans les expériences faites en brûlant le sel avec le peroxide de cuivre, j'eus peine pendant quelque temps à me rendre compte de la nécessité d'employer tant d'oxide pour obtenir le *maximum* de la quantité de gaz ; mais je découvris ensuite que l'oxide que j'employais contenait une petite quantité de silice, et que quand on n'en introduisait pas assez par le moyen de l'oxide, la potasse du sel retenait une portion d'acide carbonique, qui, dans le cas contraire, était chassée à l'état de gaz, quand la silice était combinée avec l'alcali, à une chaleur rouge. De là, il semble convenable, dans tout essai à venir, pour s'assurer de la composition d'un acide combustible en le brûlant uni avec une base alcaline, d'ajouter au peroxide de cuivre employé une proportion de silice suffisante pour saturer l'alcali, et empêcher qu'il ne soit retenu à l'état de sous-carbonate ou de nitrite, en le convertissant en silicate.

J'évaluai la quantité d'hydrogène en déterminant celle du peroxide décomposé dans les expériences ci-dessus, au-delà de ce qui avait été employé à convertir le carbone en acide carbonique. Le moyen que j'employai pour cela fut d'agir sur le résidu de la combustion par de l'acide sulfurique étendu, qui dissolvit tout l'oxide qui n'avait pas été décomposé, et laissa le reste à l'état métallique. Du poids de ce cuivre réduit, il a été aisé de déduire celui de tout l'oxigène dépensé, et en soustrayant de ce dernier l'oxigène qui était combiné avec le carbone, d'ob-

tenir la proportion d'hydrogène. La quantité d'hydrogène que je trouvai, par ce moyen, exister dans 100 gr. du sel fut de 0,8 de grain.

Je puis remarquer ici que cette méthode d'évaluer l'hydrogène paraît susceptible d'une plus grande précision que celle de peser l'eau qui peut être recueillie après l'expérience; car, pour ne rien dire de la difficulté d'une telle opération, ce doit être quelquefois une cause d'incertitude de savoir si une partie de cette eau n'existait pas comme telle dans la substance sur laquelle on opérait; en outre, une partie d'hydrogène fournit seulement neuf fois son poids d'eau; mais elle décompose quarante fois son poids de peroxide de cuivre. Une petite quantité d'hydrogène est donc plus promptement et plus sûrement découverte en pesant le métal réduit par ce moyen, qu'en pesant l'eau qu'il produit. La seule circonstance contre laquelle il est nécessaire de se mettre en garde quand on emploie ce procédé, c'est l'oxidation d'une portion de l'azote.

Pour revenir à l'analyse, il ne me restait plus qu'à déterminer la quantité d'eau de cristallisation qui existait dans le sel; mais de nouvelles expériences pour arriver à cette détermination n'ajoutèrent rien à ce que j'avais établi précédemment, et qui avait été confirmé par le Dr Thomson, savoir, que seulement 13 pour cent pouvaient en être séparés à une température inférieure à celle qui décomposait son acide. En prenant alors 13 pour cent pour la quantité d'eau contenue dans le sel, nous ne pouvons pas être certains qu'elle indique la quantité entière; mais nous nous en contenterons

comme de l'approximation la plus voisine de la vérité que l'expérience puisse donner.

En rassemblant maintenant les résultats des expériences précédentes, les proportions de toutes les parties constituantes de 100 gr. de ferro-chyazate de potasse seront les suivantes :

		grains.
Potasse		41.68 ;
Acide ferro-chyazique,	Fer,	12.60 ;
	Carbone,	22.64 ;
	Azote,	13.32 ;
	Hydrogène,	00.80 ;
Eau		13.00.
		104.04.

Le surplus de 4 grains provient des erreurs inévitables, en déterminant par l'expérience sur de petites quantités de sel les proportions de tant de principes constituans.

Ces inexactitudes sont aisément écartées par l'application de la théorie atomique ; car, en prenant pour notre guide les poids des atomes de chacun de ces élémens, nous obtiendrons les nombres suivans :

1 atome de potasse.		60.00	40.34 ;
1 atome d'ac. ferro-chyazique . . . . = 66.25	$\frac{1}{2}$ at. de fer,	17.50	11.76 ;
	4 at. carb.	30.00	20.17 ;
	1 — azote.	17.50	11.76 ;
	1 — hydrog.	1.25	00.84 ;
2 atomes d'eau.		22.50	15.13.
		148.75	100.00,

qui donnent sans doute les véritables proportions des différens élémens de ce sel.

Ainsi, il paraît qu'en essayant de concilier les analyses du ferro-chyazate de potasse avec les nombres généralement reçus comme représentant les poids relatifs des atomes de ses différens élémens, nous sommes réduits à la nécessité de considérer un de ces élémens, savoir, le fer, comme un demi-atome seulement, et cette absurdité palpable ne peut être évitée que par l'une ou l'autre des méthodes suivantes, c'est-à-dire, soit en multipliant tous les atomes par deux, afin de se débarrasser de la fraction, soit en considérant le nombre déjà admis pour représenter l'atome de fer comme double de ce qu'il doit être; mais, par la première de ces méthodes, nous arriverions à un nombre représentant le poids d'un atome de ferro-chyazate de potasse qui ne serait pas équivalent aux quantités connues des différens agens chimiques qui le décomposent. Un tel nombre ne saurait donc être exact, non plus que la méthode par laquelle on y arrive. Je n'hésite donc pas à recourir à l'autre méthode; et en essayant jusqu'à quel point le nombre ainsi déduit pour l'atome de fer (savoir : 17.5) peut s'accorder avec la composition bien constatée de ses oxides, sulfures et chlorures, j'ai eu la grande satisfaction de trouver qu'il pouvait facilement s'accorder avec eux; et de plus, que c'était le seul poids donné jusqu'ici pour le fer qui fût conciliable avec eux tous. Les autres ne présentaient que des accords partiels. Ainsi, quoique le nombre 35 pour le fer avec 10 d'oxigène $=45$ exprime exactement la composition du protoxide de fer, cependant il ne s'adapte pas au reste du peroxide, qui, avec 35 de fer, contient 15 d'oxigène, ou un atome et demi du dernier. Ici l'absurdité d'un demi-atome se montre d'elle-

même. La difficulté, dans ce cas, fut en apparence aplanie par le Dr Thomson, qui considéra le peroxide comme composé de deux atomes de fer avec 3 atomes d'oxigène, ou comme 70+30 ; et s'il n'existait seulement que deux oxides de fer, cette explication pourrait être très-admissible ; mais il y a un oxide de fer reconnu comme un produit de la nature et comme celui de l'art (je veux parler de celui que M. Berzelius a appelé *oxide ferroso-ferricum*, et que M. Gay-Lussac a obtenu artificiellement en faisant passer de l'eau en vapeur sur du fer rouge) qui contient $27\frac{1}{2}$ pour cent d'oxigène ; proportion qui doit être placée entre celle du protoxide et celle du peroxide, et dont la composition ne saurait être établie en atomes entiers, en représentant le poids du fer par 35 ou par 70 : avec le premier, il doit être combiné avec 13.3 ou $1.\frac{1}{3}$ d'oxigène, et avec le second avec 26.6 ou $2.\frac{2}{3}$ d'oxigène. L'essai pour considérer cet oxide comme une combinaison d'un atome de protoxide avec deux atomes de peroxide, au lieu d'en faire un oxide particulier, ne peut être considéré que comme un de ces expédiens ingénieux auxquels on a eu recours pour accorder la théorie avec l'expérience, quand elles conduisaient à des résultats différens : elle sera sans doute abandonnée, aujourd'hui que l'on peut démontrer que cette discordance n'était qu'apparente, et résultait de ce qu'on représentait l'atome de fer par un nombre double de celui qui lui appartenait (1).

D'après les expériences précédentes et les conséquences qu'on peut en tirer, je pense qu'il sera évident

(1) M. Porrett n'a pas saisi la difficulté.

que l'atome d'oxigène étant 10, celui du fer sera représenté par le nombre 17.5, le même que celui de l'azote, et que nous sommes maintenant autorisés à considérer l'atome d'acide ferro-chyazique comme composé de :

4 atomes de carbone,	30.00 ;
1 atome d'azote,	17.50 ;
1 —— de fer,	17.50 ;
1 —— d'hydrogène,	1.25.
	66.25.

Et que cet acide se combine avec un atome de base et deux atomes d'eau pour former les ferro-chyazates.

Le poids réduit de l'atome de fer expliquera, je crois, la petite proportion dans laquelle ce métal et son oxide entrent dans la composition des différens corps minéraux, et montrera peut-être que, dans quelques-uns des cas où il a été considéré comme un ingrédient accidentel, il est, dans la réalité, uni chimiquement en proportions atomiques avec les autres parties constituantes du minéral.

(*Annals of Philosophy*. XIV. 295.) (Extrait.)

Note *sur la Poudre à tirer.*

Par MM. Colin et Taillefer.

Après avoir lu ce qui se trouve écrit sur la poudre, dans plusieurs ouvrages, et notamment dans les Mémoires de M. Proust, nous avons été conduits, M. le capitaine Taillefer et moi, à répéter et à examiner ce qui

avait été publié à cet égard. La présence du deutoxide d'azote dans le produit de la détonnation de la poudre faisait particulièrement le sujet de nos doutes : il nous paraissait en quelque sorte impossible que ce gaz pût exister en contact avec le charbon à une température aussi haute que l'est celle qui résulte de cette inflammation : or, il y a toujours, comme on le sait, un peu de charbon dans les résidus formés par la détonnation des poudres ordinaires, puisque c'est à lui qu'ils doivent leur couleur noire. Cependant M. Proust (1), dont l'autorité est d'un si grand poids, assure d'une manière si positive la présence du deutoxide d'azote dans les produits gazeux obtenus par ce moyen, que nous nous sommes résolus à terminer nos incertitudes en recourant à l'expérience.

Il s'agissait d'abord d'avoir un procédé facile et rigoureux pour obtenir les produits de ce genre de détonnation, et nous voulions de plus, autant que possible, nous rapprocher de ce qui se passait dans les armes. M. Proust étant dans l'usage d'humecter les poudres pour les faire brûler, nous avons rejeté son procédé par cette raison. La plupart des mélanges examinés par cet habile chimiste n'étaient point, il est vrai, des poudres proprement dites ; mais toutes les fois qu'ils se rapprochaient des poudres par leur vivacité, il était obligé de les humecter ; enfin, il les disposait toujours pour fuser, et non pour détonner (2). C'est en partie de cette

---

(1) Cinquième et sixième Mémoires de M. Proust *sur la Poudre.*

(2) Troisième Mémoire de M. Proust sur le même sujet.

manière que s'y prenait Lavoisier (1). La méthode que M. Gay-Lussac a proposée dans ses cours à l'Ecole Polytechnique nous a paru sans reproche ; mais nous n'avions point son appareil (2) à notre disposition.

Dans cet appareil, le résidu de la poudre est chauffé sans cesse, tant que les détonnations se succèdent, et cette circonstance ne se retrouve point quand on fait partir une arme ; il était donc nécessaire de savoir si elle avait une influence, et nous nous sommes assurés qu'elle était à-peu-près nulle. On peut cependant augmenter d'environ un vingtième les produits gazeux de la poudre de chasse : ce vingtième est de l'acide carbonique que l'on peut dégager par la distillation du résidu de la poudre, après l'avoir mêlé aux matières que les vapeurs ont entraînées. Ainsi, dans l'appareil de MM. Gay-Lussac et Thenard, comme, au reste, dans notre procédé, on ne recueille pas le *maximum* de gaz que peut fournir une quantité donnée de poudre. On ne le recueille même pas dans une arme, quoiqu'on s'en rapproche davantage en raison de la haute température que produit la quantité de poudre beaucoup plus grande que l'on y brûle.

Il est facile d'expliquer ce nouveau dégagement d'acide carbonique, en observant que de toutes les poudres en usage, c'est la poudre de chasse française qui abonde le plus en nitre, et que, dans celle-ci, la quantité de nitre

(1) *Chimie* de Lavoisier.

(2) C'est l'ingénieux instrument que MM. Thenard et Gay-Lussac ont employé dans leur beau travail sur les analyses végétales et animales.

n'est pas assez considérable pour convertir tout le charbon en acide carbonique, puisqu'il y a environ 5 pour cent d'oxide de carbone dans le mélange gazeux qui résulte de son inflammation. On peut s'en assurer par le calcul, en supposant que tout le charbon est entièrement converti en gaz ; or, il existe du charbon dans le résidu; il y a donc eu une portion de l'oxigène du nitre qui a été détournée et qui a reçu une autre destination. Cette fraction d'oxigène n'a pu être absorbée que par le soufre, ou plutôt par le sulfure de potasse dont se compose la presque totalité du résidu; en sorte qu'il s'est formé du sulfate de potasse. C'est ce sulfate qui, chauffé ensuite avec le charbon dont il est mêlé, donne naissance à une nouvelle quantité d'acide carbonique en repassant lui-même à l'état de sulfure.

Il est évident qu'il faut distinguer cette production de sulfate de potasse de celle qui provient de la réaction des élémens du sulfure de cette base, à une température rouge; d'où résulte ce même sulfate et du sulfure de potassium, comme le prouvent les expériences de MM. Berthollet, Gay-Lussac et Vauquelin (1). Ainsi, alors même que dans la poudre il y aurait plus de charbon que la poudre n'en pourrait brûler, il se produirait encore de l'acide carbonique ou de l'oxide de carbone, en chauffant le résidu avec violence, puisqu'il y aurait

(1) Je tiens de M. Gay-Lussac que Descostils ayant calciné fortement un mélange de sulfate de potasse et de noir de fumée, le résidu, refroidi à l'abri de l'air, s'enflamma en y versant un peu d'eau, et assez fortement pour rendre l'expérience dangereuse.

encore en présence du sulfate de potasse. Imaginons que le sulfate dont il s'agit ne fut d'abord transformé qu'en sulfure d'alcali ; celui-ci, par l'action du feu, se reconstituerait bientôt en sulfate de potasse et en sulfure de potassium ; le sulfate de ce mélange serait de nouveau décomposé par le charbon, et les mêmes phénomènes se reproduiraient jusqu'à son entière conversion en sulfure de potassium.

Quand, au lieu de mêler le résidu noir aux matières blanches entraînées par les gaz, on le distille seul, on obtient aussi de l'acide carbonique; mais la quantité en est si faible qu'on peut la négliger. Enfin, toutes ces distillations donnent des traces de sous-carbonate d'ammoniaque. Les résidus blancs ou noirs sont pour la plus grande partie composés de sulfure de potasse; cependant, si l'air a un facile accès dans le vase où se fait la détonnation, il est alors presque entièrement converti en sulfate. Les sels de fer les plus oxigénés ne forment point de bleu de Prusse avec ces résidus, alors même qu'on leur ajoute un acide : ainsi ils ne contiennent ni acide hydrocyanique, ni hydrocyanates, ni cyanures d'alcali. Il n'est ici question que d'une détonnation rapide.

A défaut de l'instrument dont nous avons parlé, nous avons eu recours à un autre moyen, et ce moyen consiste à faire détonner la poudre, par décigrammes, dans un tube de verre fermé par un bout, et convenablement recourbé de l'autre. Par cette expérience, et par d'autres essais dans lesquels nous avons cherché à reconnaître le deutoxide d'azote produit par la combustion libre de la poudre, nous nous sommes assurés que ce gaz n'était

point formé dans la combustion rapide de la poudre de chasse en grains. Mais, d'un autre côté, l'exactitude de M. Proust ne nous permettant pas de douter des résultats qu'il avait annoncés, nous avons desiré connaître s'il fallait ou non attribuer à sa méthode la différence qui existe entre ses résultats et les nôtres. En conséquence nous avons fait brûler dans notre appareil une traînée de pulvérin et de cristal de roche en poudre fine, et nous avons obtenu un mélange où l'acide carbonique dominait, à la vérité, mais où le deutoxide d'azote existait en quantité si considérable qu'on pouvait rendre la cloche bien rutilante en y introduisant de l'air commun. Il en a été de même de la poudre en grains : un simple changement de manipulation peut donc suffire pour expliquer cette différence (1).

On peut encore observer l'influence d'un pareil changement sur un mélange de crême de tartre et de nitre : M. Guibourt a fait voir (2) qu'en mettant le feu à un mélange de deux parties de crême de tartre et d'une de nitre, comme le prescrit M. Thenard, on a toujours du

---

(1) Le cristal de roche agit ici mécaniquement en éloignant les unes des autres les parties du corps détonnant, et en diminuant ainsi l'intensité de la combustion. On ne peut supposer raisonnablement qu'il y agisse chimiquement, puisque le verre où se fait l'expérience, et qui est autrement altérable que le cristal de roche, n'est pas même dépoli. Il est évident que de la poussière de verre ou de tout autre corps inaltérable par la poudre qui fuse remplirait le même but.

(2) *Annales de Chimie et de Physique* (janvier 1819).

sous-carbonate de potasse pur ; tandis qu'en projetant ce même mélange par parties dans un creuset élevé à la température rouge, et fondant ensuite le tout, on obtient constamment une grande quantité de cyanure de potasse.

Ainsi, nous avons établi, ce nous semble, d'une manière évidente, qu'il existait pour la poudre deux espèces de combustions, que l'on peut désigner, si l'on veut, sous les noms de *détonnation vive* et de *détonnation lente*, pourvu qu'on attache à ces mots l'idée d'une différence dans les produits. Nous allons entrer maintenant dans quelques détails à cet égard.

Un décigramme de poudre en grains a été enflammé dans un tube fermé par un bout et recourbé de l'autre ; les gaz ont été recueillis sur le mercure ; ils n'ont pas présenté de deutoxide d'azote ; au moins, en les éprouvant à la fois par l'air et le papier de tournesol humecté, celui-ci n'a pas rougi ; mais ils avaient d'ailleurs une odeur assez prononcée d'acide hydrosulfurique. Après la détonnation, le mercure est remonté dans le tube, et l'a fêlé dans l'endroit où l'explosion s'était manifestée.

Pour obvier à cet inconvénient, la poudre étant pesée exactement, puis séparée en décigrammes au moyen d'une petite mesure, nous avons introduit chaque décigramme dans un tube cylindrique mince et étroit, et nous l'y avons maintenu entre deux bourres d'amiante. C'est là ce que nous appelons une charge. Toutes les charges ont ensuite été fixées sur un fil de fer, ou, à la rigueur, sur un fil de platine, au moyen d'un autre fil de ce métal : ce dernier était plus fin que le premier, auquel nous donnions assez d'épaisseur pour qu'il eût quelque rigidité.

diminuâmes assez la rapidité de la combustion pour obtenir un gaz sensiblement rutilant.

L'expérience étant donc disposée comme nous venons de le dire, nous placions une lampe d'émailleur non allumée à 8 centimètres environ au-dessous de la partie antérieure de la première charge; puis, au moyen d'un choc léger, nous déterminions la poudre de cette charge à se disposer en pointe, et nous nous arrangions de manière à ce que la flamme de la lampe correspondît seulement au grain le plus avancé; cela fait, nous mettions le feu, puis nous nous retirions, si nous le jugions convenable. La détonnation se faisait tranquillement et en quelque sorte sans bruit. Les autres charges se brûlaient de la même manière, et en présentant les mêmes phénomènes, c'est-à-dire, une fulguration très-marquée, un bruit faible, un dégagement de gaz et des vapeurs blanches. Il n'y avait point de dérangement soit à l'intérieur, soit à l'extérieur de l'appareil. Nous avons fait détonner ainsi jusqu'à un gramme de poudre. Les dernières explosions étaient peut-être plus tranquilles que les premières, si l'on peut s'exprimer de cette façon. L'expérience faite, nous démontions rapidement l'appareil, et nous examinions les gaz; tout le résidu se retrouvait tant dans le tube de charge que dans le tube recourbé. Il fallait être extrêmement attentif à suivre les précautions indiquées : on s'exposerait, en effet, à de graves accidens en négligeant de s'y conformer; et c'est pourquoi nous y avons insisté; mais on peut les négliger toutes si l'on ne veut opérer que des détonnations lentes.

Le mélange, à parties égales, de pulvérin et de quartz,

par exemple, fait traînée ; en le plaçant dans un tube recourbé, fermé d'un bout, l'expérience réussit très-bien. L'inflammation que l'on y détermine par la chaleur de la lampe se conduit avec calme et uniformité : on obtient une assez grande quantité de deutoxide d'azote, et une quantité plus grande encore d'acide carbonique, ainsi que nous l'avons dit. En s'emparant du deutoxide par le sulfate de fer, et de l'acide par la potasse, on trouve en nombre rond, et en ramenant au cent, 15 de deutoxide d'azote, 43 d'acide carbonique, et 41 d'azote. En faisant subir les mêmes épreuves au mélange gazeux fourni par la détonnation rapide, on n'a pu y reconnaître aucune trace de deutoxide d'azote.

Le pulvérin essayé seul brûle avec rapidité ; il en est de même de la poudre de guerre. Il n'est pas nécessaire que la poudre en grain soit pulvérisée pour détonner lentement, il suffit que ses grains soient séparés par du sable, du verre ou toute autre poudre inerte.

Nous terminerons en rappelant que l'on a cru, d'après une expérience de Lavoisier, que la poudre ne détonnait point dans le vide ; cependant on ne sera nullement surpris si nous affirmons qu'on peut aisément l'y brûler. Il suffit, pour cela, de disposer à l'avance, dans un tube barométrique, une spirale en fil métallique, et qui n'y entre qu'avec un léger effort ; car, si à l'une des extrémités de cette spirale on lie une des charges dont nous avons parlé, de manière à ce qu'elle soit appliquée contre les parois intérieures du baromètre, à l'endroit où est le vide ; et si alors on échauffe le tube en ce point au moyen d'un fourneau en fil de fer dont le baromètre occupe l'axe, l'inflammation s'y manifestera promptement.

Dans une expérience de ce genre, le mercure s'élevait à $0^m,742$ dans le baromètre, et à $0^m,739$ dans notre appareil.

PROCÉDÉ *pour fixer sur la laine, la soie, le coton, le chanvre, etc., une très-belle couleur jaune minérale.*

Par HENRI BRACONNOT.

SI l'on excepte le bleu de Prusse, que l'on n'a pas encore pu fixer sur tous les tissus, le prussiate de cuivre et l'oxide de fer, qui donnent des couleurs plutôt très-solides que brillantes, toutes les autres couleurs dont l'art de la teinture fait usage sont tirées du règne organique, parce qu'elles sont généralement d'une application plus facile que les couleurs minérales; mais elles sont aussi plus ou moins altérables par le laps du temps. Les jaunes surtout sont plus sujets à cette sorte de mobilité; et si la couleur de la gaude, à l'aide des mordans, finit par acquérir une certaine fixité, ce n'est jamais qu'aux dépens de son premier éclat; je dois en dire autant de la vive couleur que j'ai trouvée dans le datisca, dont j'ai recommandé la culture comme offrant des avantages considérables sur celle de la gaude (1).

La substance minérale que je suis parvenu à fixer sur les tissus, et que je recommande aujourd'hui aux teinturiers, comme la plus brillante couleur jaune que l'on puisse imaginer, et qui n'a point les mêmes inconvéniens

---

(1) Voyez *Annales de Chimie et de Physique*, t. III, p. 277.

que les précédentes, est le sulfure d'arsenic (1) ou réalgar, qui donne aussi à la peinture une couleur permanente très-vive, lorsque toutefois on a eu le soin de ne pas l'associer avec certains oxides métalliques qui en ternissent bientôt l'éclat.

C'est en faisant dissoudre dans l'ammoniaque ce sulfure d'arsenic que j'ai obtenu une liqueur propre à teindre; mais pour que cette dissolution puisse se faire aisément, il faut que le sulfure soit dans un certain état de division. On l'amène à cet état en procédant de la manière suivante :

On fait un mélange d'une partie de soufre, 2 parties d'oxide blanc d'arsenic et 5 parties de potasse du commerce; on fait fondre le tout dans un creuset, à une chaleur voisine du rouge; il en résulte une masse jaune que l'on fait dissoudre dans l'eau chaude; on filtre la liqueur pour la séparer d'un sédiment formé en grande partie d'arsenic métallique en paillettes brillantes, et d'une petite quantité d'une matière floconneuse couleur chocolat, qui paraît être un sous-sulfure d'arsenic. On verse dans la liqueur filtrée et étendue d'une quantité d'eau, de l'acide sulfurique affaibli qui y détermine un précipité floconneux

(1) Je sais que généralement les préparations arsenicales inspirent de l'horreur; mais si le sulfure d'arsenic natif, qui est souvent mélangé avec de l'oxide d'arsenic, n'est pas exempt de danger, le sulfure d'arsenic artificiel, obtenu par précipitation et bien lavé, ne me paraît avoir aucune influence fâcheuse sur l'économie animale, du moins j'en ai fait prendre d'assez fortes doses à des chiens et à des chats sans qu'ils en fussent incommodés.

d'une superbe couleur jaune. Ce précipité, lavé sur une toile, se dissout avec une extrême facilité dans l'ammoniaque, et donne une liqueur jaunâtre dans laquelle on verse un excès d'ammoniaque pour la décolorer entièrement. C'est dans cette liqueur que l'on plonge la laine, la soie, le coton, le lin que l'on veut teindre; on l'étend d'une plus ou moins grande quantité d'eau, suivant les nuances que l'on veut obtenir (1). Il faut éviter soigneusement de se servir d'ustensiles métalliques. Lorsqu'on retire les étoffes de ce bain, elles en sortent incolores; mais elles prennent insensiblement une couleur jaune par l'évaporation de l'ammoniaque. On les expose au grand air, de manière que ce fluide frappe également toute leur surface, et lorsqu'elles ont bien pris la couleur, et que celle-ci ne gagne plus en intensité, on les lave et on les fait sécher.

La laine doit être foulée dans le bain ammoniacal, et

---

(1) Il paraît que lorsqu'on dissout dans l'ammoniaque le sulfure d'arsenic, une petite quantité de l'arsenic s'oxide; car, si on verse dans la liqueur un excès d'eau de chaux, il se forme un précipité blanc d'arsenite de chaux. Cette oxidation semble même faire des progrès, et quand on abandonne pendant quelque temps la dissolution suffisamment concentrée de sulfure d'arsenic dans l'ammoniaque, elle dépose de petits cristaux d'arsénite d'ammoniaque; si on y verse un acide, il se forme un précipité de sulfure d'arsenic, mélangé de sulfure d'oxide d'arsenic d'un jaune pâle. En conséquence il convient de ne faire dissoudre dans l'ammoniaque le sulfure d'arsenic qu'à mesure qu'on en aura besoin pour teindre.

y séjourner jusqu'à ce qu'elle en soit bien également imprégnée ; on l'exprime ensuite très-légèrement et uniformément, ou même on se contente de la laisser s'égoutter d'elle-même. La soie, le coton, le chanvre, le lin, ne demandent qu'à être plongés dans la liqueur teignante ; ils s'imprègnent très-aisément. Il faut bien les exprimer.

Le sulfure d'arsenic peut donner aux étoffes toutes les nuances imaginables, depuis le jaune doré le plus clair jusqu'au jaune souci. Cette belle couleur a le précieux avantage de se conserver indéfiniment avec tout son éclat, et d'avoir même plus de durée que les tissus eux-mêmes ; elle résiste en effet à tous les agens, si ce n'est aux alcalis ; mais cet inconvénient est bien compensé par les autres avantages que cette couleur présente ; elle pourra servir très-avantageusement pour la fabrication des tapisseries de prix, des velours et autres étoffes d'ameublement qui ne sont pas dans le cas d'être lessivées ni savonnées, et pour lesquelles la fixité des couleurs est une des qualités les plus précieuses.

Je pense que la modicité du prix de cette teinture et l'extrême simplicité de son application engageront les teinturiers à en faire usage, et qu'elle deviendra par là une acquisition intéressante pour l'art de la teinture. La dissolution ammoniacale de sulfure d'arsenic pourrait encore être employée dans la fabrication des papiers peints.

J'ai aussi essayé de fixer sur les étoffes le vert de Schéele, auxquelles il communique une nuance vert d'eau.

Nancy, 31 décembre 1819.

LETTRE *de M.* Samuel Lucas *à M.* Dalton, *sur l'Oxidation de l'argent et du cuivre.*

(Traduit des *Transactions de la Société de Manchester.*)

« LORSQUE j'eus le plaisir de vous voir à Manchester, je vous entretins de l'observation que j'avais faite, et d'où semble résulter que l'argent pur, *dans l'état de fusion*, a la propriété d'enlever une petite quantité d'oxigène, non-seulement à l'atmosphère, mais encore à d'autres corps, à certains nitrates, par exemple. L'oxigène ainsi absorbé reste uni à l'argent tant que celui-ci est fluide, pourvu toutefois qu'une substance ayant plus d'affinité que ce métal pour l'oxigène ne se trouve pas en contact avec lui. En preuve de mon assertion, je vous envoie plusieurs échantillons d'argent qui portent des marques extérieures des circonstances diverses dans lesquelles ils se sont trouvés pendant qu'ils étaient fluides; vous recevrez aussi une bouteille remplie d'un gaz recueilli sur de l'argent qui avait été exposé à l'atmosphère pour la coupellation.

» Si on expose une grande quantité d'argent fondu à un courant de gaz oxigène ou d'air atmosphérique, et qu'ensuite on laisse le métal se refroidir graduellement, sa surface se solidifie d'abord, ensuite elle se fendille; une vapeur élastique s'échappe en grande quantité par toutes ces ouvertures, et pousse devant elle une portion de métal fondu qui se solidifie aussi, et forme les protubérances que vous remarquerez dans l'échantillon n° 1. Cette ébullition dure un quart-d'heure, une demi-heure

même davantage, suivant que l'on opère sur des antités plus ou moins considérables de métal, et suint que le refroidissement a lieu plus ou moins vite.

» Si, au lieu de refroidir le métal graduellement, on fait passer tout-à-coup à l'état solide en le jetant dans eau, les mêmes phénomènes s'observent; une ébullin a lieu, le gaz oxigène se dégage; mais le métal étant ès-divisé et sa solidification subite, les protubérances nt proportionnellement plus petites et répandues avec us d'uniformité sur toute sa surface, comme vous le rrez sur l'échantillon n° 2.

» Le n° 3 montre la forme cristalline que prend l'arnt en se solidifiant, lorsqu'on l'a préalablement dérrassé du gaz.

» J'ai déjà annoncé que des substances douées d'une rte affinité pour l'oxigène enlèvent ce gaz à l'argent, ême lorsque celui-ci est fluide. Ainsi, du charbon rándu quelques instans seulement sur la surface de rgent s'empare immédiatement de tout l'oxigène, et n n'observe plus aucune ébullition, ni quand le métal refroidit graduellement, ni lorsqu'on le jette dans eau : en comparant les échantillons nos 4 et 5 obtenus nsi, aux nos 1 et 2, vous observerez de grandes différnces dépendantes uniquement du dégagement de gaz ui eut lieu pendant la formation de ces derniers.

» La bouteille de gaz que je vous envoie en même mps a été remplie de la manière suivante : de l'argent mené par la coupellation à un état de pureté parfaite ait versé successivement et par petites quantités (peu livres à la fois) dans un vase contenant environ gallons d'eau; immédiatement après avoir versé l'ar-

gent, on plaçait chaque fois sur l'eau une b
renversée, préalablement remplie de ce même li
et portant un entonnoir à son ouverture; l'oxig
se dégageait du métal passait ainsi dans la bout
la remplissait bientôt.

» Il faut avoir le soin de laisser constammer
verture de la bouteille sous l'eau; sans cela l'air
sphérique s'y introduirait; je n'oserais pas affirm
le gaz que je vous envoie est exempt de to
lange (1).

» Vous recevrez en même temps deux échantill
cuivre qui, également purs l'un et l'autre, sont
dant dans deux états différens; le premier, suivar
est combiné avec de l'oxigène, et l'autre non.

» Le n° 1 provient d'un fourneau qui contena
cents de cuivre fondu, et avait été exposé à un c
d'air atmosphérique pendant environ deux heur
dura l'opération. Ce cuivre, en tombant dans l'eau
duisait de violentes détonnations, comme vous p
en juger par la forme de celui qu'on avait voulu fa
en grains. L'échantillon n° 2 provient du même
neau; mais avant de l'en retirer, la surface du
fondu avait été couverte de charbon pendant une
heure : aussi vous apercevrez qu'il est dans un ét
différent de celui du n° 1 : quand on le versait dans
la granulation s'effectuait sans explosion.

» Je suis, etc. »

---

(1) J'ai trouvé que ce gaz contient 86 ou 87 pou
d'oxigène. (*John Dalton.*)

EXPÉRIENCES *faites dans la vue de déterminer quelles sont les substances qui contiennent de l'iode.*

Par ANDRÉ FYFE, Professeur de Chimie.

(Traduit de l'*Edimburg Philosophical Journal*, n° 2, 1819.)

DANS un de ses premiers Mémoires *sur l'Iode*, imprimé, en 1814, dans les *Transactions philosophiques*, Sir Humphry Davy annonce que les plantes d'où il a extrait cette substance sont :

Fucus cartilagineus ;	*Fucus filiformis ;*
—— *membranaceus ;*	*Ulva pavonia ;*
—— *rubens ;*	—— *linza.*

Il n'en trouva cependant aucune trace ni dans l'alcali manufacturé en Sicile, en Espagne et dans les Etats romains ; ni dans le corail, ni enfin dans les cendres des éponges.

Peu de temps après la publication du Mémoire en question, je commençai moi-même quelques recherches afin de découvrir quelles sont les substances qui contiennent de l'iode.

Je lus un extrait de mon travail devant la Société royale de Médecine d'Edimburg, dans l'hiver de 1815 ; depuis lors j'ai eu occasion de l'étendre et de le perfectionner.

On remarquera qu'à l'époque où je faisais la plupart de ces expériences, on ne savait pas encore que l'amidon

fournit un moyen facile et délicat pour reconnaître l'existence de l'iode. Toutes les fois qu'en versant de l'acide sulfurique sur la substance saline, on ne voyait pas paraître les vapeurs violacées, j'avais conséquemment recours à l'emploi de l'argent déjà recommandé par Sir Humphry Davy.

Le premier objet, dans mes expériences, a été de déterminer quelles sont les plantes marines qui contiennent de l'iode. Pour cela, je fis cueillir sur le rivage de la mer, près de Leith, toutes les herbes qui y croissent; après les avoir séchées, chacune séparément, à une température modérée, je les brûlais dans un grand creuset ou dans une chaudière; j'avais l'attention de ne jamais pousser la chaleur au point de fondre les substances. Les produits de la combustion ayant été dissous dans de l'eau, j'évaporais les solutions jusqu'à siccité. Les résidus étaient déposés dans des tubes de verre. Après avoir versé dans ces tubes de l'acide sulfurique, on chauffait, et quand il y avait de l'iode, il se dégageait à l'état de vapeur. Dans les cas où je ne découvrais pas l'existence de l'iode par cette méthode, j'avais recours à des épreuves plus délicates.

Je découvris ainsi l'iode dans les résidus fournis par la combustion des *fucus nodosus, serratus, palmatus* et *digitatus*. Ce dernier est celui qui en contient le plus dans les feuilles et dans la tige.

Je reconnus la même substance dans les cendres de *l'ulva umbilicalis* et dans celles d'une espèce de *conferva*; mais je tentai vainement, et à plusieurs reprises, ces expériences sur le *fucus vesiculosus* : ses cendres, traitées par l'acide sulfurique, ne donnaient aucune vapeur

d'iode perceptible ; l'emploi des réactifs les plus délicats ne me réussit pas davantage. On sait, du reste, que le professeur John et d'autres chimistes avaient déjà essayé sans succès de découvrir l'iode dans le *fucus vesiculosus*. Parvenu à ce point, je cherchai si l'iode n'entrerait pas dans la composition des plantes non cryptogames qui croissent auprès de la mer. Je soumis donc à mes épreuves ordinaires le *plantago maritima* et l'*arenaria peploides ;* mais je ne découvris rien ; je ne fus pas plus heureux dans les essais que je fis sur les cendres du *salsola kali;* j'aurais pu, du reste, prévoir ce dernier résultat, puisque la *barilla,* produit de la combustion des différentes espèces de *salsola* et de *salicornia,* ne m'avait antérieurement donné aucune trace d'iode.

Ces expériences m'ayant conduit à la conséquence que l'iode entre seulement dans la composition des plantes cryptogames, il devenait naturel de rechercher si celles-ci du moins en contiennent toutes.

M'étant procuré diverses plantes cryptogames d'eau douce, je traitai les produits de leur incinération par l'acide sulfurique, mais sans apercevoir d'iode ; j'essayai également sans succès de découvrir cette substance dans l'*agaricus campestris,* et un *boletus* croissant près de la mer ; dans le *polypodium filix* et *aculeatum ;* dans les mousses et diverses espèces de lichens. Il paraît donc que même parmi les plantes cryptogames, on ne trouve d'iode que dans celles qui croissent près de la mer.

Il restait à examiner si les animaux marins des ordres inférieurs contiennent de l'iode. Pour cela, je fis dissoudre dans l'eau le résidu de l'incinération de quelques

huîtres : la solution ayant été évaporée à siccité, j'y versai de l'acide sulfurique, mais sans apercevoir aucune trace d'iode. J'arrivai aussi à ce résultat en soumettant le corail à des épreuves analogues ; mais ayant brûlé des éponges communes, telles qu'on les trouve chez les marchands, je reconnus, toujours par la même méthode, que l'iode entre dans leur composition (1).

Les seules productions marines m'ayant fourni de l'iode, il était naturel de chercher si l'eau de mer n'en contiendrait pas. Dans cette vue, je soumis à divers essais le résidu fourni par l'évaporation d'une assez grande quantité de ce liquide.

En réfléchissant que, pour se procurer de l'acide muriatique, les chimistes versent de l'acide sulfurique sur le sel marin, il me parut évident que, dans le cas actuel, je n'arriverais pas au but en suivant la méthode que j'avais adoptée jusque là. J'eus donc recours à d'autres moyens. Quand on soumet l'eau de mer à l'action du galvanisme dans une coupe d'or, il se forme une petite quantité de poudre noire qui, suivant sir Humphry Davy, doit être composée d'iode et d'or. Pour soumettre cette conjecture à l'épreuve de l'expérience, je versai une certaine quantité d'eau de mer déjà concentrée par l'évaporation, dans un vase d'argent qui était attaché à l'une

---

(1) Dans mes expériences avec les éponges, il se dégageait constamment d'abondantes vapeurs d'iode quand je versais de l'acide sulfurique sur les cendres. Sir Humphry Davy n'ayant rien aperçu de pareil (*Trans. philos.* 1815.), j'ai eu l'attention de répéter fréquemment mes épreuves, et toujours avec le même résultat. (*Note de l'Auteur.*)

des extrémités d'une pile galvanique ; un fil d'or, partant de l'autre extrémité, plongeait dans le liquide. Après quelques instans, l'argent fut noirci et une petite quantité de poudre noire se trouva formée. Or, celle-ci ayant été soumise d'abord à l'action de la potasse fondue et ensuite à celle de l'acide sulfurique, on n'aperçut aucune trace d'iode.

Durant la préparation de la soude d'où l'on extrait l'iode, comme aussi durant les expériences sur les plantes dans lesquelles j'ai découvert cette même substance, la matière végétale est soumise à une haute température ; imaginant dès-lors que l'iode pouvait être un produit de la combustion, je mêlai une partie de la substance saline qui était restée après l'évaporation de l'eau de mer, avec du charbon en poudre, et je soumis le tout à l'action d'une forte chaleur ; après son refroidissement, le mélange fut traité par l'acide sulfurique ; mais rien n'annonça la présence de l'iode.

Je fis ensuite infuser dans l'eau, pendant quelques heures, une certaine quantité de *fucus serratus* ; j'évaporai ; le liquide prit une consistance sirupeuse ; l'ayant traité par l'acide sulfurique, en m'aidant, en outre, de l'action de la chaleur, je vis des vapeurs d'iode se dégager. J'en obtins aussi de la tige du *fucus digitatus*, traitée également par cette méthode. Il est toutefois très-remarquable qu'une infusion d'éponge, soumise aux mêmes épreuves, ne donna point d'iode ; j'ai cependant tiré facilement cette substance, par l'action de l'acide sulfurique, des cendres d'une éponge qui avait séjourné quelque temps dans l'eau.

Nous pouvons conclure des expériences précédentes :

1°. Que l'eau de mer ne contient pas d'iode;

2°. Que l'iode se trouve uniquement dans les productions marines;

3°. Que l'iode qu'on trouve dans la soude n'est point le produit de la combustion;

4°. Que les plantes cryptogames seules renferment de l'iode, à moins qu'on n'admette, avec quelques naturalistes, que les éponges doivent être rangées parmi les animaux. Dans la classification de Linné, les *fuci*, *ulvæ* et *confervæ* dont j'ai tiré de l'iode appartiennent aux cryptogames, dans la subdivision *Algæ aquaticæ*: c'était là aussi la place que ce savant naturaliste donnait aux éponges, tout en admettant qu'on pouvait conserver des doutes sur la convenance de cet arrangement. Si l'on adopte la classification de Linné, on sera conduit à regarder l'iode comme un produit du règne végétal; mais d'autres naturalistes, en se fondant sur l'exemple de l'éponge, admettront peut-être que l'iode existe aussi chez les animaux. Ne pourrait-on pas, au demeurant, s'autoriser de ce dernier fait pour soutenir, avec Linné, que les éponges sont des plantes cryptogames?

5°. L'iode n'existe pas, dans les éponges, au même état de combinaison que dans les autres substances: on a vu, en effet, que l'iode des plantes cryptogames se dissout facilement dans l'eau; celui des éponges, au contraire, ne s'y dissout pas du tout.

EXTRAIT *des Séances de l'Académie royale des Sciences.*

Séance du lundi 8 novembre 1819.

M. DESPARBES adresse un *Mémoire* qui sera examiné, *sur la manière d'obtenir la potasse, en France, en quantité suffisante pour la consommation.*

M. Cuvier communique un *Mémoire* de M. Rigollet, *sur des os fossiles trouvés près d'Amiens.*

On renvoie à l'examen d'une Commission un *Mémoire* de M. Bertin intitulé : *Considérations sur les lésions organiques du cœur.*

L'Académie procède au scrutin pour l'élection d'un *associé étranger*, en remplacement de M. Watt, décédé.

La majorité absolue des suffrages se porte sur Sir Humphry Davy. Cette nomination sera soumise à l'approbation du Roi.

On procède de même au scrutin pour l'élection d'un correspondant de la Section d'Agriculture et d'Art vétérinaire, en remplacement de M. Brugnone, décédé. M. Buniva obtient la majorité absolue des suffrages : il est proclamé correspondant.

M. Moreau de Jonnès lit un *Mémoire sur le Scinque doré des Antilles.*

M. Rigollet lit un *Mémoire sur la Géologie des environs d'Amiens.* (Nous ferons connaître l'opinion des commissaires que l'Académie a nommés pour examiner ce travail.)

Séance du lundi 15 novembre.

Le Ministre de l'Intérieur demande que l'Académie fasse examiner un *Mémoire* qu'il lui transmet, *sur les Assurances*. (On nomme une Commission à cet effet.)

On lit une lettre de M. Chambon, médecin, sur les inconvéniens dont, suivant lui, la pratique de la vaccine est accompagnée.

M. Dupin réclame contre une erreur qui s'est glissée dans un rapport approuvé par l'Académie, au sujet de la digue de Cherbourg. La note de M. Dupin sera remise aux commissaires afin que l'erreur soit rectifiée.

M. Fresnel lit un *Mémoire sur les Phénomènes de la réflexion de la lumière*. (Nous ferons connaître ce travail.)

M. Edwarts lit un *Mémoire sur l'Influence des agens physiques sur la respiration des batraciens*. (Il sera fait un rapport à ce sujet.)

M. Magendie lit un *Mémoire sur les Organes propres aux oiseaux et aux reptiles*. (Nous rendrons compte du rapport des commissaires que l'Académie a nommés.)

M. Moreau de Jonnès dépose sur le bureau des échantillons du *scincus auratus*.

M. Savart lit la suite de ses *Recherches sur la communication des mouvemens vibratoires*.

Séance du lundi 22 novembre.

M. Gondinet adresse, pour le prix de statistique, une *description de l'arrondissement de Saint-Yrieix*.

L'Académie reçoit deux Mémoires relatifs au prix qu'elle a proposé sur le théorème de Fermat.

On lit une lettre de M. Dutrochet sur un nouveau genre d'annelides.

M. Percy communique une dissertation fort étendue *sur la phosphorescence qui se montre dans certaines plaies.*

M. Cauchy lit un *Mémoire sur la résolution des équations de tous les degrés par le moyen des intégrales définies.*

On présente un *Mémoire* de M. d'Hombre-Firmas *sur l'Application de la météorologie à l'agriculture*, qui sera lu dans l'une des prochaines séances.

L'Académie nomme, au scrutin, la Commission qui doit adjuger le prix fondé par un anonyme, en faveur de la meilleure machine qui aura été inventée dans l'année.

Séance du lundi 29 *novembre.*

M. Tombini présente une nouvelle machine uranographique.

Le Ministre de l'Instruction publique du royaume des Pays-Bas adresse, au nom de son Souverain, les Nos 53 et 54 de la *Flore batave.*

M. Despretz lit un *Mémoire sur les quantités de chaleur contenues dans diverses vapeurs, à des pressions différentes, et sur les forces élastiques correspondantes.* (Nous publierons ce Mémoire.)

M. Serre lit un *Mémoire*, qu'il présente au concours pour le prix de physiologie, *sur les Lois de l'ostéogénésie.*

M. Navier communique un travail dont il sera rendu compte, *sur les flexions des lames élastiques.*

La Section d'Astronomie présente, en comité secret, la liste suivante de candidats pour la place de correspondant vacante par la mort de M. Vidal :

MM. Kater, à Londres, et Bohnenberger, à Tubingue; Schubert, à Pétersbourg; Groombridge, à Londres; Carlini, à Milan; Brinkley, à Dublin; Struve, à Dorpadt; Nicolaï, à Manheim.

Séance du lundi 6 décembre.

M. Ohm envoie un *Mémoire sur des formules logarithmiques* d'Euler et de Lagrange, qu'il croit inexactes.

On dépose sur le bureau la liste des ouvrages adressés à l'Académie pour le prix de physiologie : ils sont au nombre de neuf.

M. Bosc, au nom d'une Commission, rend compte du *Mémoire* présenté dernièrement par M. Dutrochet, *sur un nouveau genre d'annelides.*

De ces deux genres, un seul paraît nouveau; dans les individus qui en font partie on remarque la disposition des appendices, qui, au lieu d'être complètement latéraux, sont implantés en deux groupes sur les côtés d'une sorte de queue triangulaire, échancrée et aplatie.

M. Moreau de Jonnès lit une *Monographie historique et médicale sur la Fièvre jaune.*

M. Robiquet lit de *nouvelles Recherches sur la nature du bleu de Prusse.* (*Voyez* le Cahier précédent.)

L'Académie procède au scrutin pour l'élection d'un correspondant dans la Section d'Astronomie : M. Kater réunit la majorité absolue des suffrages.

La Section de Zoologie présente, en comité secret, la liste suivante de candidats pour la place de correspondant vacante dans son sein :

MM. Rudolphi, à Berlin ; Poly, à Naples ; Kirby, en Angleterre ; Leach, à Londres ; Risso, à Nice ; Schweigger, à Kœnigsberg.

Séance du lundi 13 décembre.

Son Excellence le Ministre de l'Intérieur transmet l'Ordonnance royale qui approuve la nomination faite par l'Académie de Sir Humphry Davy comme associé étranger.

On reçoit deux nouvelles pièces pour le prix relatif au théorème de Fermat.

M. Gérard fils annonce la mort de M. Gérard de Cotignac, correspondant de l'Académie dans la Section de Botanique.

Au nom d'une Commission, M. Desfontaines lit un rapport sur un *Mémoire* de M. Turpin *concernant les Graminées et les Cypéracées* : les conclusions sont que le Mémoire de M. Turpin mérite d'être imprimé dans le *Recueil des Savans étrangers*.

On nomme au scrutin les Commissions qui doivent adjuger, cette année, les prix de mathématiques et de physiologie.

M. Bertin lit un *second Mémoire sur les Maladies du cœur*. (Les commissaires déjà nommés pour rendre compte du premier examineront également celui-ci.)

On procède au scrutin pour la nomination d'un correspondant dans la Section de Zoologie et d'Anatomie: M. Rudolphi réunit la majorité des suffrages.

La Section de Chimie présente, en comité secret, la liste suivante de candidats pour la place de correspondant vacante dans son sein :

MM. Bérard et Braconnot ; Hattchet, Stromeyer, Brande et Colin.

Séance du lundi 20 décembre.

M. le Baron Paris de Boisrouvray soumet à l'Académie une *Théorie de la Boussole.*

M. Chevreul demande qu'un paquet qu'il adresse, et qui contient diverses découvertes relatives à la chimie, soit déposé au Secrétariat. Accordé.

M. de Laplace lit un *Mémoire sur l'Application du calcul des probabilités aux opérations géodésiques.* (*Voyez* plus haut.)

M. Biot lit un rapport sur le *Mémoire* de M. Morlet intitulé : *Recherches sur le Magnétisme terrestre.* (Nous donnerons prochainement un extrait détaillé de ce Mémoire.)

L'Académie va au scrutin pour l'élection d'un correspondant dans la Section de Chimie : les voix se partagent entre MM. Bérard et Braconnot ; le premier obtient la majorité.

La Section de Botanique présente, en comité secret, la liste suivante de candidats pour la place de correspondant que la mort de M. Gérard a laissé vacante :

MM. Auguste Saint-Hilaire, au Brésil ; Bridel, à Gotha ; Sprengel, à Halle ; Delille, à Montpellier ;

Schweigrichen, à Leipsick; Devaux, à Poitiers; Acharius, à Upsal; Linck, à Breslau; Dowson-Turner, à Londres.

Séance du lundi 27 décembre.

M. Salvage, de Marseille, envoie un *second Mémoire sur les Racines des équations.*

L'Académie reçoit deux nouvelles pièces manuscrites; l'une relative au théorème de Fermat, et l'autre aux tables lunaires.

M. Rouzé envoie, pour concourir au prix de physiologie, une *Description comparative du cerveau dans les quatre classes d'animaux.*

M. Palissot de Beauvois lit un *Mémoire* de M. Devèze *sur la Fièvre jaune.*

On dépose sur le bureau un *Mémoire* manuscrit portant pour titre : *Dissertation chimique et médicale sur la moutarde*, par M. Julia, ex-professeur de chimie pharmaceutique. (Ce travail sera examiné.)

M. Boilleau demande à déposer au Secrétariat un paquet cacheté contenant les dessins de quelques nouveaux instrumens de musique. Accordé.

M. Latreille lit un *Mémoire* intitulé : *De la Formation des ailes des insectes.*

Le résultat du scrutin, pour la nomination d'un correspondant de la Section de Botanique, a été favorable à M. Auguste Saint-Hilaire.

RÉSUMÉ *des observations météorologiques faites à l'Observatoire royal de Paris en* 1819.

TABLEAU *de la marche moyenne du thermomètre centigrade et de l'hygromètre de* Saussure.

Noms des mois.	Températures moyennes.	Températures moyennes de 9 heures du matin.	Température moyenne des caves.	Etat moyen de l'hygromèt. de Saussure, à 3 heures après midi.
Janvier.	+ 4,9	+ 3°,6	12°,092	79°
Février.	+ 5,5	+ 4,9	12,099	73
Mars.	+ 6,9	+ 6,7	12,075	65
Avril.	+ 11,0	+ 12,9	12,072	55
Mai.	+ 14,6	+ 16,5	12,072	54
Juin.	+ 16,0	+ 18,0	12,075	56
Juillet.	+ 19,0	+ 20,4	12,075	55
Août.	+ 19,2	+ 20,2	12,075	57
Septemb.	+ 16,4	+ 17,1	12,074	59
Octobre.	+ 11,1	+ 10,8	12,074	69
Novemb.	+ 4,8	+ 4,3	12,074	83
Décemb.	+ 3,3	+ 2,8	12,074	86
Moyenn.	+ 11,1	+ 11,5	12,077	66

On voit que les mois d'avril et d'octobre sont, comme d'habitude, ceux qui, pris isolément, donnent les résultats les moins éloignés des températures moyennes annuelles.

Il résulte encore de cette table que la moyenne des seules observations de 9 heures du matin surpasse peu la moyenne calculée d'après les *maximum* et les *minimum* journaliers; on doit conséquemment engager les observateurs à qui leurs occupations ne permettent pas de

consulter le thermomètre au lever du soleil, et vers 2 heures après midi (époques ordinaires du *minimum* et du *maximum* de chaleur), à se borner aux observations de 9 heures du matin, ou même plus convenablement encore à celles de 8 heures. Ils n'obtiendront pas ainsi les températures moyennes des mois; mais comme les résultats seront tantôt plus forts et tantôt plus faibles qu'il ne le faut, leur somme, divisée par douze, donnera un quotient qui pourra être substitué, sans erreur sensible, à la vraie température moyenne annuelle.

Les extrêmes de la température à l'ombre et au nord ont été, en 1819:

Le 1er août,	+ 30°,2;
Les 1er et 31 janvier, —	6,3.

Le thermomètre a donc parcouru, dans l'année, une étendue de 36°,5.

Le thermomètre placé dans les caves, à 85 pieds de profondeur, n'a varié, en 1819, que de $\frac{2}{100}$ de degré; le résulat moyen est 12°,077, d'où il faut retrancher, pour avoir la véritable température, 0°,38, à cause d'une erreur de graduation que nous avons reconnue en 1817; la chaleur moyenne de nos souterrains est donc de 11°,697 centigr., et *surpasse* toujours de plus de $\frac{1}{2}$ degré celle qui résulte des observations faites dans l'air, à la surface.

Les tables détaillées de chaque mois font connaître l'état de l'hygromètre à quatre époques distinctes de la journée. Dans le résumé qui précède, nous nous sommes bornés aux seules observations de 3 heures après midi : cette heure, comme on sait, est généralement celle de la plus grande sécheresse.

TABLEAU *des variations extrêmes du thermomètre en* 1819.

NOMS DES MOIS.	MAXIMUM.	MINIMUM.	DIFFÉRENCES.
Janvier.	+ 11°,8	— 5,0	16,8
Février.	+ 13,2	— 2,2	15,4
Mars.	+ 18,9	— 1,0	19,9
Avril.	+ 21,8	+ 1,0	20,8
Mai.	+ 26,0	+ 1,8	24,2
Juin.	+ 28,5	+ 7,5	21,0
Juillet.	+ 29,2	+ 11,0	18,2
Août.	+ 30,2	+ 11,0	19,2
Septembre.	+ 26,5	+ 7,0	19,5
Octobre.	+ 24,3	+ 0,1	24,2
Novembre.	+ 12,5	— 1,2	13,7
Décembre.	+ 14,3	— 6,3	20,6

TABLEAU *de la marche moyenne du baromètre en* 1819.

(Toutes les hauteurs sont réduites à zéro de température.)

Mois.	9 heur. du matin.	Midi.	3 heur. du soir.	9 heur. du soir.
	mm	mm	mm	mm
Janvier.	757,23	756,89	756,45	756,22
Février	752,92	752,66	752,21	752,41
Mars.	756,50	756,23	755,62	756,51
Avril.	753,33	753,06	752,28	752,60
Mai.	754,54	754,37	753,79	754,19
Juin.	756,64	756,36	755,85	756,16
Juillet.	756,66	756,32	755,91	756,48
Août.	756,71	756,56	755,75	756,07
Sept.	757,66	757,43	756,84	757,62
Octob.	753,88	753,92	753,56	754,08
Novem.	751,70	751,69	751,36	751,87
Décem.	753,06	752,96	752,61	752,71
Moyen.	755,07	754,85	754,35	754,74

Nous espérons que les résultats précédens lèveront enfin les doutes des observateurs qui s'obstinant à nier l'existence de l'oscillation périodique diurne, disposent leurs tableaux météorologiques de manière qu'il n'est pas même possible d'en déduire la pression atmosphérique moyenne. Ils prouveront aussi à ceux qui ne peuvent consulter le baromètre qu'une fois par jour, qu'ils doivent choisir de préférence l'heure de midi, puisque la hauteur moyenne correspondante à cette époque de la journée ne diffère, en 1819, comme dans les années précédentes, de la demi-somme des moyennes *maximum* et *minimum* (celles de 9 heures du matin et de 3 heures du soir), que d'une petite fraction de millimètre.

TABLEAU *des oscillations extrêmes du baromètre dans chaque mois de* 1819.

MOIS.	MAXIMUM.	MINIMUM.	DIFFÉRENCES.
	mm	mm	mm
Janvier.	770,90	742,00	28,90
Février.	765,08	738,81	26,27
Mars.	765,93	738,00	27,93
Avril.	764,24	739,32	24,92
Mai.	762,46	744,46	18,00
Juin.	762,62	747,15	15,47
Juillet.	764,10	740,18	23,92
Août.	762,70	741,04	21,66
Septembre.	767,10	748,07	19,03
Octobre.	765,12	738,90	26,22
Novembre.	760,30	738,44	21,86
Décembre.	764,82	738,20	26,62

La plus grande hauteur du baromètre en 1819 a été

observée le 1[er] janvier, à 9 heures du soir : réduite à zéro de température, elle était égale à 770^{mm},90.

La moindre élévation a correspondu, au 1[er] mars, à 3 heures ; elle était . . . . . . 738,00.

Le baromètre a donc varié, dans l'année, de . . . . 32^{mm},90.

Tableau *de la quantité de pluie qui est tombée, en 1819, à l'Observatoire royal, tant sur la plate-forme du bâtiment, à 30 mètres du sol, que dans un récipient semblable placé dans la cour, et dont l'ouverture est 27 mètres plus bas.*

NOMS des Mois.	PLUIE sur la plate-forme, en centimètres.	PLUIE dans la cour, en centimètres.	NOMBRE de jours de pluie.
	c	c	
Janvier.	3,098	3,784	14
Février.	4,826	6,133	17
Mars.	2,079	2,486	12
Avril.	2,442	2,669	10
Mai.	7,960	8,431	13
Juin.	5,004	5,224	13
Juillet.	8,732	9,187	12
Août.	6,420	6,860	9
Septembre.	2,540	2,752	10
Octobre.	5,709	6,306	9
Novembre.	6,000	7,839	15
Décembre.	6,714	7,248	11
Sommes.	61,524	68,919	145

Quoiqu'il soit tombé, cette année, beaucoup de pluie, la différence entre les quantités qu'on en a recueillies

dans les deux récipiens a été sensiblement moindre qu'en 1818. Un examen attentif des observations partielles montre que la différence en question ne peut être attribuée ni *à la seule* influence du vent, ni, en totalité, à l'état plus ou moins hygrométrique de l'air.

Il nous a semblé qu'il pourrait être curieux de comparer annuellement l'état de la Seine à la quantité d'eau recueillie dans nos récipiens : c'est dans cette vue que nous insérons déjà, cette année, le tableau suivant, qui a été dressé par l'inspecteur de la navigation.

Etat des crues de la Seine, durant l'année 1819, *observées au pont de la Tournelle.*

MAXIMUM.		MINIMUM.
Janvier,	1^m,15, le 27.	0^m,15, le 7.
Février,	2,59, le 26.	0,76, le 4.
Mars,	2,34, le 1.	0,83, le 21.
Avril,	0,99, le 1.	0,59, le 18.
Mai,	0,55, le 3.	0,19, le 24.
Juin,	0,60, le 21.	0,33, le 29.
Juillet,	0,66, le 5.	0,18, le 20.
Août,	1,19, le 7.	0,12, le 31.
Septembre,	0,35, le 7.	0,10, le 28.
Octobre,	1,09, le 30.	0,08, le 18.
Novembre,	3,30, le 11.	1,11, le 1.
Décembre,	5,69, le 28.	2,00, le 17.

Ainsi, les plus hautes eaux ont été observées le 28 décembre : elles se sont élevées à . . . . 5^{m},69;

Les plus basses eaux ont été observées le 18 octobre : elles étaient à . . . . + 0,08;

L'état moyen de la rivière en 1819 a été 0,95;

Le zéro de l'échelle est de 37 centimètres au-dessus du sol de la rivière. Dans la plus grande sécheresse, celle de 1767, l'eau descendit au-dessous du zéro de 0,27;

La plus forte crue qu'on ait observée à Paris, celle de 1658, s'éleva à . . . . 8,23.

Etat des vents à Paris en 1819.

Mois.	Nord.	Nord-E.	Est.	Sud-E.	Sud.	Sud-O.	Ouest.	Nord-O.
Janv.	0	2	1	5	6	13	3	1
Févr.	2	0	0	2	8	5	10	1
Mars.	2	9	1	1	4	7	3	4
Avril.	4	5	5	2	3	7	3	1
Mai.	2	2	4	4	7	2	4	6
Juin.	6	0	0	0	3	9	10	2
Juill.	7	5	0	0	5	2	7	5
Août.	7	8	1	0	2	3	6	4
Sept.	1	7	2	1	2	11	2	4
Oct.	4	1	0	6	5	7	4	4
Nov.	1	3	2	1	8	4	10	1
Déc.	6	0	6	1	3	10	4	1
Som.	42	42	22	23	56	80	66	34

Lorsque le vent a changé plusieurs fois de direction dans le même jour, on a inscrit dans la table celui qui a régné le plus grand nombre d'heures.

Etat du ciel.

Il y a eu, cette année, à Paris :

145 jours de pluie ;
12 jours de neige ;
11 jours de grêle ou de grésil ;
58 jours de gelée ;
18 jours de tonnerre ;

Et 160 jours où le ciel a été totalement couvert.

Déclinaison et inclinaison de l'aiguille aimantée, en 1819.

Le 22 avril 1819, à 2 heures après midi, la déclinaison de l'aiguille était . . . . 22°.29′ ouest

Le 11 mars 1819, à 2 heures après midi, l'inclinaison était. . . . . 68°.25′.

Les observations ont été faites au bout du jardin de l'Observatoire royal. A peine est-il nécessaire d'ajouter qu'on a changé les poles de l'aiguille d'inclinaison pour compenser les effets des défauts d'équilibre.

Tremblemens de terre.

Supplément à la liste donnée, pour 1818, *dans le tome IX, page* 433.

30 mai 1818, dans la matinée. *Mexico.* Les bâtimens publics, à la ville et à la campagne, souffrirent beaucoup.

29 } 31 } août 1819. *Suède* et *Norwège*. Légères secousses.

4 septembre, à 9 heures du soir. *Corfou*. Deux violentes secousses dirigées vers le nord. Toutes les cloches de la ville sonnèrent par l'effet des oscillations.

16 octobre, à une heure après minuit. *Martinique*. La durée des secousses plus remarquable que leur force ; aucun accident.

28 novembre, à 1 heure ½ après minuit. *Comrie* (*Pertshire*). Forte secousse accompagnée d'un bruit semblable à celui d'un tonnerre éloigné, et qui dura 10 secondes.

Aurores boréales.

Mairan a prouvé que les aurores boréales ne sont pas toujours également fréquentes, et qu'on est quelquefois de longs intervalles de temps sans en voir, non-seulement dans la zone tempérée, mais encore en Suède et en Norwège. Suivant le même auteur, les apparitions de ces phénomènes sont deux fois plus nombreuses au moins quand le soleil est au périhélie, que lorsqu'il se trouve dans la partie de son orbite la plus éloignée de la terre. Il pourra être curieux de rechercher un jour s'il existe quelque liaison entre les cessations ou les reprises des aurores et d'autres phénomènes naturels ; c'est afin de faciliter ces recherches que nous insérerons désormais, dans ce résumé, l'énumération la plus complète qu'il nous sera possible de faire de toutes les aurores boréales observées dans l'année.

Le 15 octobre 1819. Aurore boréale observée en Suffolk.

Le 17 octobre, vers 8 h. 50′ du soir. Aurore boréale assez brillante, observée à *Seathwaite*, en Cumberland et dans les environs de Londres. Cette aurore avait augmenté, le matin du 17 octobre, d'environ 15′ la déclinaison de l'aiguille aimantée.

Courans de l'Atlantique.

Pendant l'expédition du capitaine Ross dans la baie de Baffin, les officiers de l'*Alexander* jetèrent à la mer, le 24 mai 1818, à la hauteur du cap Farewel (latitude nord 57°.52′, longitude ouest de Greenwich 44°.36′), une bouteille bien bouchée; le 17 mars 1819, cette bouteille a été pêchée sur le rivage de l'île de Bartragh, dans la baie de Killala en Irlande. Sa marche moyenne a dû être d'environ 4 milles par jour; on suppose qu'elle est entrée dans une des branches rétrogrades de ce courant d'eau chaude qui prend son origine dans le golfe du Mexique, et que les marins appellent le *Gul-Stream*.

Une seconde bouteille jetée à la mer le 3 juin 1818, par 65°.40′ de latitude nord et 54°.10′ de longitude ouest, pour déterminer la direction des courans dans le détroit de Davis, a été trouvée, le 17 de juillet 1819, à *North-Uist*, après treize mois et quatorze jours; le papier qu'elle renfermait était encore parfaitement sec. La latitude de *North-Uist* est 57°.20′ nord.

Sauterelles de Provence, en 1819.

Il y a eu, cette année, dans la partie de la Provence connue sous le nom de *Camargue*, commune d'Arles, une quantité prodigieuse de sauterelles : ces insectes ne paraissent pas avoir été apportés par les vents. On en trouve toujours dans le pays ; mais leur nombre a beaucoup augmenté en 1819. Voici la méthode qu'on a employée pour les détruire :

« M. le Maire d'Arles a fait établir deux ateliers, sous » la conduite d'un homme très-intelligent ; chacun était » composé de trente à quarante personnes, la plupart » femmes et enfans. Là où ils voyaient beaucoup de » sauterelles, ils formaient une enceinte étendue d'a» bord à la manière des rabats de chasse, et se rétrécis» sant peu à peu, à mesure qu'avec des branches ils » poussaient devant eux les sauterelles vers des draps » qu'on tenait élevés, et qui par le bas traînaient sur la » terre ; à ces draps on avait adapté des espèces de » bourses ouvertes du côté par où venaient les saute» relles et nouées à l'extrémité opposée. Quand les sau» terelles, amenées légèrement aux draps, s'étaient po» sées sur la partie qui traînait, tous les ouvriers à la » fois, au cri de la personne qui dirigeait l'opération, » pliaient les draps de bas en haut ; les secouaient et » faisaient entrer les sauterelles dans les bourses ; un » tour de main donné à ces bourses les empêchait de » s'échapper. Après une enceinte, on en formait succes» sivement d'autres, tant que la journée durait. Le matin » et le soir étaient cependant les momens les plus favo» rables, parce que les sauterelles plus lourdes se lais-

» saient alors aisément prendre; on les jetait, en dé-
» nouant les bourses, dans des fosses, et on les recou-
» vrait de terre avec un lit de chaux vive, pour éviter
» les exhalaisons dangereuses. » (*Annales d'Agriculture.* Décembre 1819.)

Par ce procédé suivi ponctuellement pendant trois semaines, on a pris 2400 quintaux de sauterelles.

Les sauterelles de la Camargue sont du genre des criquets (*Grillus germanus.* Fab.)

Pluie rouge tombée à Blankenberge, le 2 novembre 1819.

Ce qui suit est extrait d'une lettre écrite à MM. les Rédacteurs des *Annales générales des Sciences physiques* (1) (MM. Bory-de-Saint-Vincent, Vans-Mons et Drapiez), par MM. de Meyer et de Stoop, chimistes à Bruges.

« Le 2 du mois de novembre 1819, vers les deux heures et demie de relevée, le vent étant à l'ouest, le ciel couvert, le temps calme et pluvieux, il est tombé à Blankenberge, pendant environ un quart d'heure, une pluie abondante, d'un rouge foncé, qui, reprenant insen-

(1) Les *Annales générales des Sciences physiques* se publient, tous les mois, à Bruxelles, par cahiers de 8 feuilles. MM. Bory-de-Saint-Vincent, Drapiez, etc., y ont déjà inséré, à plusieurs reprises, des articles fort intéressans dont nous nous empresserons de profiter. On s'abonne à Paris, aux *Annales générales*, chez M. Méquignon-Marvis, libraire, rue de l'Ecole-de-Médecine.

siblement sa couleur ordinaire, a continué le restant de la journée.

» Ce phénomène extraordinaire, annoncé à Bruges par des hommes dignes de foi, fixa notre attention : nous nous procurâmes une certaine quantité de cette eau qui, soumise à l'analyse les 5 et 6, quatre jours après sa chute, a donné les résultats suivans :

» 144 onces de cette eau, parfaitement transparente, d'une couleur rose un peu violette, soumises à l'action du calorique et évaporées à 4 onces, sont devenues couleur rouge de brique, et n'ont donné, par le refroidissement, aucun précipité.

» Des expériences ordinaires ont démontré qu'avant et après l'évaporation cette eau n'est ni acide ni alcaline.

» Par l'addition de l'acide sulfurique il s'est manifesté un dégagement très-sensible d'acide chlorique.

» Une solution de nitrate d'argent a donné un précipité blanc, insoluble dans l'eau bouillante, qui a été reconnu, après l'avoir décomposé, être un chlorure d'argent.

» Mêlée avec du deuto-nitrate de mercure liquide, on a obtenu un précipité blanc insoluble, qui, par la décomposition, nous a convaincus être du proto-chlorure de mercure.

» Mêlée avec de l'hydro-sulfure de potasse, nous avons obtenu un précipité noir qui, soumis à l'action du calorique, s'est réduit à l'état métallique.

» La liqueur qui, par addition de nitrate d'argent, avait laissé précipiter le chlorure d'argent, mêlée avec de l'hydrate de deutoxide de potassium, a donné un précipité de couleur purpurine qui, réduit selon les règles de l'art, a fourni 3 grains d'un métal dur, cassant,

d'un blanc grisâtre, attirable à l'aimant, et qui, mêlé avec du sous-borate de soude, nous a donné du verre d'un beau bleu.

» D'après le résultat des expériences susdites, il conste, 1° que l'acide obtenu est de l'acide chlorique; 2° le métal du cobalt. En conséquence l'eau contient en solution de l'hydrochlorate de cobalt.

» Nous n'avons pu obtenir qu'environ 2 onces d'eau pure, provenant de la première ondée : elle différait de l'eau sur laquelle nous avons opéré, en ce qu'elle était beaucoup plus foncée en couleur, et qu'au moyen du microscope on y découvrait des animalcules vivans qui n'altéraient en rien sa transparence, et qui provenaient sans doute des vases dans lesquels elle avait été recueillie. Des caractères que nous avons tracés avec cette eau, après avoir reconnu qu'elle contenait du muriate de cobalt et formait ainsi une espèce d'encre sympathique, ont été passablement visibles.

» Cette pluie abondante au point que les eaux des citernes et des fossés en étaient rouges, a fait crier au miracle, en inspirant la terreur à plusieurs habitans qui la regardèrent comme une véritable pluie de sang. Il nous a été impossible de nous procurer assez de l'eau non mêlée, pour la soumettre aux mêmes expériences que celles que nous avons dû employer en diluement, et rapprocher par l'évaporation. Nous ne négligerons rien pour nous en procurer encore quelques bouteilles que nous nous empresserons de vous faire parvenir.

» Il ne nous reste pas assez de métal, mais bien assez de verre bleu pour vous en offrir. »

Bruges, ce 25 novembre 1819.

Sur *la Diaphanéité de la comète observée en juillet* 1819.

(Traduit de l'allemand des *Ephémérides astronomiques* de Berlin pour l'année 1822).

Extrait d'une Lettre de M. Olbers.

« Le soleil, la comète et la terre étaient presque sur » une même ligne droite le 26 juin au matin; conséquemment la comète, pendant un temps assez long, a » dû se projeter et être visible sur le soleil. D'après » mes calculs, je trouve que le noyau de la comète a » atteint le bord austral du soleil le 25 juin, à 5 h. » 39′ de temps moyen compté au méridien de Berlin; » le mouvement de la comète était dirigé du sud au nord: » à 7 h. 30′, cet astre était placé 1′ 27″ à l'ouest du centre du soleil; son émersion au bord septentrional du » disque doit avoir eu lieu à 9 h. 18′. On ne peut pas » déterminer avec exactitude l'étendue de la queue de » la comète; il est cependant très-probable que quelques-unes de ses parties se sont mêlées à notre atmosphère, quoiqu'il ne m'ait point été possible d'en » apercevoir aucune trace.

» Il serait bien à desirer que quelqu'un eût observé » accidentellement le disque solaire, le 26 juin au matin, dans le but d'examiner les taches. »

Extrait d'une Lettre de M. le Major-général de Lindener *à M.* Bode, *datée de Glatz le* 6 *août* 1819.

« J'ai lu aujourd'hui, dans la *Gazette de Berlin*, que le célèbre Dr Olbers de Bremen a calculé que le 26 juin la comète actuelle a dû passer devant le disque du soleil, et qu'il desire beaucoup que quelqu'un ait observé ce jour-là les taches de cet astre. Je suis en état de satisfaire au vœu de M. le Dr Olbers. Depuis l'an 1800 jusqu'à présent (je suis dans ma 77me année) j'observe le soleil aussi souvent que le temps me le permet, de deux à trois fois par jour, avec ma petite lunette achromatique de Ramsden de 2 p. $\frac{1}{2}$ d'ouverture, laquelle grossit vingt-cinq ou soixante-quinze fois, et à l'aide d'un verre plan (composé d'un verre brun-clair et d'un verre bleu-clair) à travers lequel l'image du soleil paraît blanche. J'ai tendu dans le télescope deux fils en croix, au moyen desquels je dessine dans chaque cadran, à l'estime de mes yeux, depuis la plus grande jusqu'à la plus petite tache que je puisse apercevoir sur le soleil (ainsi que le montrent les figures ci-jointes), conformément à leur configuration et à leur situation. Je vous envoie une feuille extraite de mon journal de juin, juillet et août courant, où vous trouverez que, le 26 juin au matin, à 5, 6 et 7 heures, le *soleil n'avait aucune tache.* Le 27 au matin, j'aperçus une tache unique qui ne s'étendait pas à plus de $\frac{1}{10}$ de ligne du bord sud-est du soleil ; à 6 heures du soir, elle avait entièrement disparu. Je vis la nouvelle comète le 4 juillet pour la première fois.

» Recevez, etc. »

Voilà ce que la lettre de M. le Général renferme de plus important. Cet avis sera sans doute favorablement accueilli de M. le Dr Olbers. On ne peut pas admettre que la tache du 27 était la comète ; car il ne saurait y avoir une erreur d'un jour entier dans le calcul. La question principale est de savoir si une comète *peut être vue* devant le disque du soleil ; or, à l'aide du télescope, on a distingué de petites étoiles fixes, et même des nébuleuses, à travers les queues des comètes et les chevelures subtiles et transparentes qui ordinairement les environnent : il était donc naturel de penser que l'éclat puissant du soleil pénétrerait et effacerait complètement ces nébulosités. Quant au *noyau* de la comète, s'il est réellement un corps opaque, il aurait dû, dans cette circonstance, se montrer comme une tache obscure devant le soleil ; cependant la comète actuelle n'a rien offert de semblable.

Signé Bode.

Mouvement *de la population de la ville de Paris, pendant l'année* 1818, *fourni par la Préfecture du Département.*

					Total.
NAISSANCES	à domicile	en mariage . . .	garçons	7352	
			filles	7147	
		hors mariage. .	garçons	2158	
			filles	2043	23,067
	aux hopit.	en mariage . . .	garçons	265	
			filles	214	
		hors mariage . .	garçons	1977	
			filles	1911	

NAISSANCES	des garçons. . .	11,752
	des filles.	11,067
		23,067.

				Totaux.
Enfans naturels.	reconnus	masc.	1069	8,089
		fémin.	935	
	abandonnés . . .	masc.	3075	
		fémin.	3019	
DÉCÈS	à domicile	masc.	6234	22,421
		fémin.	7169	
	aux hôpitaux . . .	masc.	3738	
		fémin.	4372	
	militaires français		564	
	dans les prisons. . .	masc.	43	
		fémin.	55	
	déposés à la morgue	masc.	191	
		fémin.	55	
MARIAGES,	Garçons et filles . . .		5476	6,616
	garçons et veuves. . .		312	
	veufs et filles		625	
	veufs et veuves		203	

Morts de la petite-vérole en 1818.

Dans leur 1re année.	102	993, savoir : masc. 507, fém. 486
D'un à 2 ans . . .	125	
De 2 à 3 ans . . .	133	
De 3 à 4 ans . . .	117	
De 4 à 5 ans . . .	108	
De 5 à 6 ans. . . .	76	
De 6 à 7 ans . . .	58	
De 7 à 8 ans . . .	34	
De 8 à 9 ans . . .	31	
De 9 à 10 ans. . .	13	
De 10 à 15 ans. . .	74	
De 15 à 20 ans. . .	53	
De 20 à 30 ans. . .	50	
De 30 à 40 ans. . .	10	
De 40 à 50 ans. . .	4	
De 50 à 60 ans. . .	2	
De 60 à 70 ans. . .	3	

N. B. Les décès pour cause de petite-vérole sont compris dans les décès précédens.

Décès par âges en 1818.

MASCULINS.		FÉMININS.		TOTAL.
De la naissance à 3 mois	1,519	*Idem*...	1,240	2750
De 3 à 6 mois......	208	*Idem*...	182	890
De 6 mois à 1 an...	389	*Idem*...	404	793
D'un an à 2 ans.....	825	*Idem*...	809	1634
De 2 à 3 ans......	466	*Idem*...	437	903
De 3 à 4 ans......	251	*Idem*...	275	526
De 4 à 5 ans......	183	*Idem*...	182	325
De 5 à 6 ans......	140	*Idem*...	138	278
De 6 à 7 ans......	117	*Idem*...	127	244
De 7 à 8 ans......	72	*Idem*...	72	144
De 8 à 9 ans......	57	*Idem*...	72	120
De 9 à 10 ans.....	59	*Idem*...	57	116
De 10 à 15 ans.....	229	*Idem*...	233	462
De 15 à 20 ans.....	428	*Idem*...	427	055
De 20 à 25 ans.....	627	*Idem*...	573	1200
De 25 à 30 ans.....	356	*Idem*...	524	880
De 30 à 35 ans.....	362	*Idem*...	472	834
De 35 à 40 ans.....	314	*Idem*...	501	815
De 40 à 45 ans.....	349	*Idem*...	449	798
De 45 à 50 ans.....	361	*Idem*...	486	847
De 50 à 55 ans.....	425	*Idem*...	448	873
De 55 à 60 ans.....	497	*Idem*...	514	1011
De 60 à 65 ans.....	608	*Idem*...	626	1234
De 65 à 70 ans.....	556	*Idem*...	630	1186
De 70 à 75 ans.....	481	*Idem*...	638	1119
De 75 à 80 ans.....	349	*Idem*...	572	921
De 80 à 85 ans.....	228	*Idem*...	327	921
De 85 à 90 ans.....	99	*Idem*...	144	243
De 90 à 95 ans.....	21	*Idem*...	37	58
De 95 à 100 ans....	2	*Idem*...	7	9
Au-dessus de 100 ans.	1	*Idem*...	2	3
Morgue............	191	*Idem*...	55	246
Total.......	10,770	Total...	11,651	22,421

Consommation *de l'année* 1818 *dans la ville de Paris.*

Boissons.

Vins	hectolitres.	522,891
Eaux-de-vie	....*id*....	40,343
Poiré et cidre	....*id*....	22,950
Bière	....*id*....	83,407
Vinaigre	....*id*....	14,211

Comestibles (1).

Bœufs	...têtes...	73,870
Vaches	....*id*....	9,064
Veaux	....*id*....	77,767
Moutons	....*id*....	335,616
Porcs et sangliers	....*id*....	62,406
Viande à la main	..kilogr..	366,354
Abats et Issues	....*id*....	180,901
Fromages secs	....*id*...	1,151,113
Marée { montant de la vente sur les marchés, en francs }		2,825,567
Huîtres	..francs..	673,926
Poissons d'eau douce	...*id*....	456,578
Volailles	...*id*....	6,689,318
Beurre et œufs	...*id*....	11,114,097

Fourrages et Grains.

Foin	..bottes..	8,743,093
Paille	...*id*....	10,625,623
Avoine	hectolitres.	879,681

(1) Les grains et farines vendus à la Halle ne figurent pas dans ce tableau, attendu que ces ventes ne donneraient pas la consommation réelle de la ville, évaluée à 1500 sacs par jour en temps ordinaire.

Lorsque le prix du pain est plus élevé hors de Paris que dans son enceinte, les dehors n'y apportent pas, et en tirent au contraire : alors la consommation journalière n'a plus de règle; elle est de 1700 sacs et au-delà.

Rapport *sur les expériences faites à l'Hôpital Saint-Louis, dans les appareils d'éclairage, pour le chauffage des cornues remplies de charbon de terre en faisant usage de chaux.*

(Nous avons publié, dans le mois de Septembre, l'Extrait d'un Ecrit de sir William Congrève, sur les avantages qui, suivant lui, résultent de l'emploi de la chaux dans toutes les opérations des arts où l'on a besoin d'une forte chaleur. Nos lecteurs auront remarqué que les résultats annoncés ne nous inspiraient pas une grande confiance; la note suivante, qui vient de nous être communiquée par M. Darcet, montre que nos doutes étaient très-fondés : aussi, avant de parler désormais dans les *Annales* des *importantes* découvertes *qu'annonce chaque mois* sir William, nous attendrons qu'elles aient été soumises à des épreuves décisives par des savans ou des artistes connus (1).)

Sitôt que le fourneau disposé pour recevoir la chaux a été terminé, on y a mis le feu afin de le faire sécher : deux jours après on a poussé le feu de manière à faire rougir la cornue : il a fallu vingt-quatre heures pour cet effet.

Le 7 décembre, il a été fait une première distillation sans employer de chaux, parce que la cornue se trouvant dix pouces plus élevée du foyer qu'elle ne l'était précédemment, j'ai voulu m'assurer qu'il fallait plus de temps pour distiller : en effet, on a mis dix heures au lieu de cinq. Le chauffage a été le même que celui des autres cornues.

Le 8, il a été fait une deuxième distillation; mais comme on avait été cinq heures de plus que de coutume à faire la première, j'ai pensé que ce retard pouvait venir de ce que la cornue n'était pas d'un rouge-

(1) On nous prévient qu'il s'est glissé deux fautes d'impression dans l'extrait cité; il faut, à la ligne 10, $\frac{1}{2}$ boisseau au lieu de boisseau; et 42 livres au lieu de 84.

cerise lorsqu'elle a été enfournée ; j'ai donc cru devoir recommencer cette opération sans employer de chaux : or, le chauffage ayant été le même, la distillation a été faite en six heures.

Première Expérience, dans laquelle on a fait usage de chaux sous la cornue. Le 9, on a chargé la cornue de trois quarts d'hectolitre de charbon, pesant 60 kilogrammes ; on a mis un demi-hectolitre de chaux, pesant 60 kilogram., dans la chambre destinée à la recevoir, et on a employé du charbon pur pour le chauffage : en huit heures, la distillation a été faite. On avait dépensé 1 hectolitre et demi de charbon ; la chaux n'a pas été dérangée, et on a rechargé de nouveau la cornue. La distillation s'est encore faite en huit heures, et il avait été dépensé la même quantité de charbon. Je n'ai pas retiré la chaux, attendu qu'elle n'était pas assez cuite. La cornue a été rechargée, et en huit heures la distillation a été faite : il avait été dépensé moins de charbon (1 hectolitre un quart). La chaux a été retirée ; il n'y en avait plus que un quart d'hectolitre pesant 24 kilog. Elle était alors bien cuite ; mais elle avait diminué de plus de moitié.

Deuxième Expérience. Au lieu d'un demi-hectolitre de chaux, il en a été mis cette fois 1 hectolitre pesant 120 kilog. Elle est restée quarante-huit heures au feu : pendant ce temps, il a été fait six distillations, toutes de huit heures chacune. Il a été dépensé 1 hectolitre 1 quart de charbon par distillation pour les trois premières, et 1 hectolitre par distillation pour les trois dernières. La chaux a été retirée ; elle paraissait plus cuite que la précédente ; il y en avait 3 quarts d'hectolitre pesant 65 kilog.

Troisième Expérience. La chaux a encore été augmentée : au lieu de 1 hectolitre, il en a été mis 1 hectolitre et demi, pesant 180 kilogrammes. Elle est restée cinquante heures au feu ; pendant ce temps, on a fait cinq distillations : la première a été de douze heures : la dépense du charbon de 1 hectolitre et demi ; la deuxième de onze heures : la dépense de 1 hectolitre 1 quart ; la troisième de dix heures : la dépense de 1 hectolitre 1 quart ; la quatrième de neuf heures : la dépense de 1 hectolitre, et la

cinquième de huit heures : la dépense a aussi été de 1 hectolitre. La chaux était d'un rouge-cerise, et paraissait donner plus de chaleur que toute celle qui jusqu'alors avait été cuite ; il n'y en avait que 1 hectolitre 1 quart, pesant 140 kilogrammes.

Quatrième Expérience. On a mis la même quantité de chaux, et elle est restée dix jours au feu. Pour les trois premières distillations, on a dépensé 1 hectolitre et demi de charbon ; pour les six suivantes, 1 hectolitre 1 quart ; et pour toutes les autres, jusqu'au dixième jour, 1 hectolitre.

Les distillations étaient douze, quinze, dix-huit et vingt heures à se faire ; on n'obtenait pas la moitié du gaz que produit une autre cornue, et le coak était en poussier.

Cette dernière expérience a été renouvelée de même pendant dix jours, et nous n'avons pas obtenu de meilleurs résultats.

Résumé.

Les 6 hectolitres de pierre de chaux, pesant 721 kilog., ont produit 4 hectolitres $\frac{3}{4}$ de chaux, pesant 512 kilog., lesquels ayant été éteints, ont donné 18 pieds cubes à 1 fr. = 18 fr. Pour obtenir ces 18 pieds cubes de chaux, il a été dépensé 57 hectolitres de charbon pour le chauffage de 48 distillations : s'il n'avait pas été employé de chaux, il n'en aurait été dépensé que 36 hectolitres.

La différence de 21 hectolitres à 4 fr. = 84 fr.
Le produit de la chaux est de....... 18

Il reste....... 66 fr. *de perte.*

Le 31 décembre 1819. *Signé* Paupert.

Sur *le Fer météorique du Groënland.*

Quoique nous ayons déjà publié un article sur cet objet dans un des Cahiers précédens, nous avons pensé devoir communiquer encore à nos lecteurs le passage suivant

du *Voyage du capitaine Ross*, et la traduction littérale d'une note que le Dr Wollaston a remise à ce navigateur :

« Ayant interrogé ces Esquimaux (ceux qui furent » rencontrés par 75° 54′ de latitude nord, et 65° 53′ de » longitude ouest), au sujet du fer dont les lames de » leurs couteaux étaient formées, ils nous apprirent » qu'on trouve ce métal dans des montagnes qu'ils nous » montraient, en plusieurs grosses masses, dont l'une » surtout, la plus dure de toutes, faisait partie de la mon- » tagne même. Les autres masses, répandues çà et là sur » le sol, étaient plus tendres ; les naturels les brisent » avec des pierres dures, battent les fragmens, les apla- » tissent, et leur donnent la grandeur d'une pièce de » monnaie de *sixpence*, mais avec un contour ellip- » tique. »

Note remise par M. Wollaston au capitaine Ross.

« Le fer dont vous m'avez obligeamment donné un » échantillon ne me paraît différer en aucune manière » des masses qu'on a trouvées dans un si grand nombre » de points du globe, et qui, d'après la tradition ou » l'analyse chimique, doivent être rangées dans la classe » des aérolithes. Toutes ces masses contiennent du » nickel : or, le fer que vous m'avez donné renferme la » proportion ordinaire de ce même métal, c'est-à-dire » entre trois ou quatre centièmes, si j'en juge du moins » par la quantité de sulfate de nickel que j'ai obtenue ; mais » quoique je puisse affirmer positivement que le fer en » question contient une quantité sensible de nickel, je » serai plus réservé à l'égard des proportions déduites » de l'analyse du très-petit fragment de fer que j'ai em- » ployé. »

JOURS.	9 HEURES DU MATIN			MIDI.			3 HEURES DU SOIR.			9 HEURES DU SOIR.			THERMOMÈTRE.		ÉTAT DU CIEL	VENTS
	Barom. à 0°.	Therm extér.	Hygr.	Barom, à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	maxim.	minim.	à midi.	
1	754,78	+ 8,5	97	756,44	+10,9	83	758,87	+10,8	72	762,67	+ 6,3	92	+10,9	+ 5,6	Couvert.	O.
2	763,70	+ 2,2	96	763,00	+ 5,0	88	761,90	+ 6,1	88	761,39	+ 5,3	97	+ 6,1	+ 0,3	Couvert.	S.
3	762,46	+ 5,8	98	762,55	+ 7,2	96	761,78	+ 6,9	86	764,82	+ 5,4	90	+ 7,3	+ 5,3	Couvert, brouillard.	N. O.
4	760,78	+ 2,1	92	757,46	+ 4,0	90	752,89	+ 3,5	96	748,03	+ 5,0	93	+ 5,8	+ 1,3	Couv, brouil. léger	S.S. O. f.
5	749,00	+ 4,0	96	750,50	+ 5,0	96	750,94	+ 5,1	86	752,66	+ 4,2	82	+ 4,0	+ 5,1	Couvert, brouillard.	E.
6	755,60	+ 1,0	84	755,66	+ 3,0	74	755,60	+ 3,1	75	756,47	+ 0,7	92	+ 3,1	— 0,2	Nuageux, brouill.	E.
7	756,50	— 0,2	85	756,20	— 0,7	84	755,55	+ 0,2	83	754,90	+ 0,2	82	+ 0,3	— 0,3	Couvert, brouillard.	E.
8	754,06	+ 0,1	72	754,60	— 1,7	73	755,03	— 4,0	70	756,80	— 6,2	68	+ 1,0	— 6,3	Couvert, brouillard.	N. N. E.
9	758,36	— 5,6	73	758,20	— 3,8	72	757,66	— 2,5	73	756,27	— 1,2	80	— 1,2	— 5,9	Couvert.	E.
10	755,00	+ 5,2	96	755,53	+ 6,4	96	756,90	+ 4,4	96	758,23	+ 2,2	98	+ 6,4	+ 2,2	Pluie par intervalles.	S. O.
11	757,24	+ 1,1	98	757,77	+ 1,5	94	757,78	+ 0,5	96	750,00	+ 0,2	94	+ 1,5	+ 0,2	Couvert, brouillard.	N. faible.
12	760,91	— 4,8	90	760,17	— 1,5	83	758,87	— 0,2	91	755,57	— 0,7	97	— 0,3	— 5,0	Beau, brouillard.	N.
13	753,58	— 2,2	96	753,54	— 0,1	94	753,35	+ 0,6	93	753,85	— 1,1	96	+ 0,6	— 2,5	Brouillard et neige.	N.
14	753,88	— 2,5	94	753,80	+ 1,7	82	753,00	+ 1,6	74	752,00	+ 0,3	95	+ 1,8	— 2,0	Nuageux, brouill.	N. N. O.
15	750,52	+ 1,1	93	750,73	+ 2,8	89	750,72	+ 2,6	92	751,83	+ 2,6	91	+ 2,8	+ 0,4	Nuageux.	S. O.
16	757,13	+ 1,6	95	758,46	+ 4,2	85	75[illegible],40	+ 4,5	82	761,00	+ 0,8	96	+ 4,5	+ 0,2	Beau.	O.
17	757,72	+ 2,5	96	755,56	+ 3,5	96	752,90	+ 4,5	96	749,47	+ 6,8	96	+ 6,8	+ 2,2	Pluie abondante.	S.
18	748,58	+10,8	95	74[illegible],25	+13,0	96	750,26	+13,5	96	754,05	+11,7	97	+13,5	+10,8	Quelques éclaircies.	O. fort.
19	758,53	+10,8	96	759,20	+12,8	95	758,62	+12,0	96	757,60	+12,7	96	+12,8	+10,8	Couvert, brouillard.	O.
20	754,36	+13,6	95	753,93	+14,2	96	753,65	+14,2	96	755,88	+13,0	96	+14,3	+12,8	Pluie.	S. O.
21	758,48	+11,0	97	758,48	+13,5	96	757,95	+13,0	97	75[illegible],52	+12,7	88	+13,5	+11,0	Couvert, brouillard.	S. O.
22	755,38	+12,5	96	755,60	+14,2	90	755,25	+13,0	90	752,75	+11,7	97	+14,3	+11,5	Quelques éclaircies.	O.
23	745,80	+10,8	93	744,28	+11,9	92	741,36	+11,5	94	74[illegible],89	+ 6,4	82	+11,9	+ 5,5	Couvert.	S. O. t.-f.
24	745,26	+ 3,1	89	744,50	+ 5,0	81	743,17	+ 4,8	79	738,08	+ 3,0	95	+ 6,3	+ 1,5	Nuageux.	S. O.
25	740,08	+ 1,0	96	741,50	+ 1,8	92	742,66	+ 3,3	83	745,30	+ 1,9	92	+ 3,1	+ 0,5	Nuageux.	O.
26	748,22	— 1,3	89	748,53	+ 3,0	71	748,50	+ 1,8	68	748,00	— 1,9	98	+ 3,0	— 2,5	Légers nuages.	O.
27	744,80	— 1,0	82	743,35	+ 0,4	80	742,64	+ 0,8	97	744,15	+ 1,2	97	+ 1,2	— 1,5	Très-couvert.	E.
28	746,00	+ 1,3	97	746,00	+ 2,5	96	745,23	+ 2,9	96	743,87	+ 2,5	98	+ 2,9	+ 0,8	Couvert, brouillard.	S. O.
29	746,16	+ 0,5	92	746,36	+ 1,0	83	747,60	+ 1,0	75	749,77	— 1,2	92	+ 1,0	— 1,5	Couvert, brouillard	N.
30	749,75	— 3,3	96	748,40	— 0,1	88	747,38	— 0,3	79	745,20	— 2,8	90	— 0,1	— 4,4	Nuages et brouillard.	S.
31	742,40	— 3,5	85	742,12	— 2,3	80	742,50	— 2,3	79	744,06	— 5,3	96	— 2,3	— 6,3	Couvert, brouillard.	E.
1	757,02	+ 2,3	89	757,01	+ 3,6	85	756,81	+ 3,4	83	757,22	+ 2,1	88	+ 4,4	+ 0,7	Moyennes du 1 au 10.	
2	755,24	+ 3,2	95	755,24	+ 5,2	91	754,86	+ 5,1	91	755,13	+ 4,6	95	+ 5,8	+ 2,8	Moyennes du 11 au 20.	
3	747,48	+ 2,8	92	747,19	+ 4,6	86	746,75	+ 4,5	85	746,42	+ 2,6	93	+ 5,0	+ 1,3	Moyennes du 21 au 31.	
	753,06	+ 2,8	92	752,96	+ 4,5	87	752,61	+ 4,4	86	752,71	+ 3,1	92	+ 5,1	+ 1,6	Moyennes du mois + 3,3.	

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES. *Décembre* 1819.

TABLE

DES MATIÈRES CONTENUES DANS CE VOLUME.

FIN DE LA TABLE DU DOUZIÈME VOLUME.

Ligne 11 de l'inscription Hiéroglyphique de la Pierre de Rosette. 1 .... Ligne 43 de l'inscription Grecque .... ΒΑΣΙΛΕΙΑΣ ΔΕΚΑ — Decem Coronas

Ligne 12 .... 2 .... Ligne 46 .... ΤΡΙΑΚΑΔΑ ΜΕΣΟΡΗ — Trigesimum diem Mesori.

Ligne 13 .... 3 .... Ligne 50 .... ΗΜΕΡΑΣ ΠΕΝΤΕ — Quinque dies

Notice sur les Signes numériques des anciens Égyptiens par Mr. Jomard.

